



С Новым Годом и Рождеством!

Дорогие партнеры, компания CLAAS благодарит вас за плодотворное сотрудничество в 2015 году и поздравляет с Новым 2016 годом и Рождеством! Пусть наступающий год принесет вам только радостные новости, пусть в нем происходят только светлые события, пусть он будет полон здоровья, добра, процветания, счастья и благополучия. Пусть дела идут в гору и удача будет с вами!

ООО КЛААС Восток: г. Москва, +7 495 644 1374

CLAAS

Декабрь 2015

10 AgroFarm

лет

**Выставка №1 для профессионалов
животноводства и птицеводства в России**

19 - 21 января 2016 г.

г. Москва, ВДНХ, павильон №75

**Десять лет в авангарде
русского животноводства!**



Тел.: +7 (495) 974-34-05
E-mail: agrofarm@vdnh.ru; agrofarm@dlg.org
www.agrofarm.org



ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА
MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Учредитель:

ФГБНУ «Росинформагротех»

Издается с 1997 г.

при поддержке Минсельхоза России

Индекс в каталоге

агентства «Роспечать» 72493

Индекс в объединенном каталоге

«Пресса России» 42285

Перерегистрирован в Роскомнадзоре

Свидетельство ПИ № ФС 77-47943 от 22.12.2011 г.

Редакционная коллегия:

главный редактор – Федоренко В.Ф.,

д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,

зам. главного редактора – Мишуrow Н.П.,

канд. техн. наук.

Члены редколлегии:

Буклагин Д.С., д-р техн. наук, проф.,

Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.,

Ежевский А.А.,

заслуженный машиностроитель РФ,

Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН,

Завражнов А. И., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН

Кузьмин В.Н., д-р экон. наук,

Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.,

Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,

Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,

академик РАН,

Некрасов А.И., д-р техн. наук,

Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,

Черноиванов В.И., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН.

Editorial Board:

Chief Editor – Fedorenko V.F.,

Doctor of Technical

Science, professor, corresponding member

of the Russian Academy of Sciences,

Deputy Editor – Mishurov N.P., Candidate

of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Buklagin D.S., Doctor of Technical

Science, professor,

Golubev I.G., Doctor of Technical

Science, professor,

Ezhevsky A.A., Honorary Industrial Engineer

of the Russian Federation

Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,

professor, academician of the

Russian Academy of Sciences,

Zavrazhnov A.I., Doctor of Technical Science,

professor, academician of the Russian

Academy of Sciences

Kuzmin V.N., Doctor of Economics,

Levshin A.G., Doctor

of Technical Science, professor,

Lobachevsky Ya.P., Doctor

of Technical Science, professor,

Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,

academician of the Russian Academy of Sciences,

Nekrasov A.I., Doctor of Technical Science,

Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,

professor, corresponding member

of the Russian Academy of Sciences,

Chernoivanov V.I., Doctor of Technical Science,

professor, academician

of the Russian Academy of Sciences

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Дизайн и верстка

Речкина Т.П.

Художники: Жуков Л.В., Лапшина Т.Н.

Техническая политика в АПК

Морозов Н.М., Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Лебедев Д.С. Инновационные технологии и технические средства производства продукции овцеводства ..2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Тарлецкий А.Г., Сизов И.В. Технические средства, повышающие эффективность уборки льна..... 8

Инновационные технологии и оборудование

Федоренко В.Ф., Воронков И.В. Экспериментальные исследования элементов систем точного земледелия в Краснодарском крае 12

Щитов С.В., Евдокимов В.Г., Кузнецов Е.Е., Рыбаков С.А. Исследование тягово-сцепных свойств энергетических средств в зависимости от залипания колесного движителя 18

CLAAS JAGUAR с новой зернодробилкой MCC SHREDLAGE: больше молока и здоровое поголовье 22

Ковалёв М.М., Перов Г.А., Перов М.Г. Интенсификация процесса вспушивания лент льна..... 24

Липа О.А., Липа Д.А. Использование нечетких методов управления при вводе в эксплуатацию энергоемких объектов АПК..... 30

Агротехсервис

Кузнецов Ю.А. Исследование микротвердости и износостойкости оксидно-керамических покрытий на алюминиевых сплавах..... 33

Кравченко И.Н., Гайдар С.М., Карелина М.Ю., Сяляев Н.И. Оптимизация процесса формирования равнотолщинных газотермических покрытий..... 38

Аграрная экономика

Войтюк М.М., Зубцов В.А., Миневич И.Э., Осипова Л.Л. Социально-технологические основы создания функциональных продуктов питания на основе льна масличного 43

В записную книжку

Перечень основных материалов, опубликованных в 2015 г.47

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН

По решению ВАК журнал включен в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

Тел.: (495) 993-44-04

Факс (496) 531-64-90

fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru

www.rosinformagrotech.ru

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Заказ 601

© «Техника и оборудование для села», 2015



УДК 636.3:631.3

Инновационные технологии и технические средства производства продукции овцеводства

Н.М. Морозов,

д-р экон. наук, проф., академик РАН,
зав. отделом
(ФГБНУ ВНИИМЖ),
vniimzh@mail.ru

Ю.А. Мирзоянц,

д-р техн. наук, проф.,
mirzoyans42@mail.ru

В.Е. Фириченков,

канд. техн. наук, проф.,
van@ksaa.edu.ru

Д.С. Лебедев,

канд. техн. наук, доц.,
lebedev-dima@inbox.ru
(ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА»)

Аннотация. Рассмотрены состояние отрасли и основные производственные процессы и операции, применяемые при летнем и зимнем стойловом содержании овец. Выполненный мониторинг позволил выявить направления инновационного развития технологий и технических средств в овцеводстве.

Ключевые слова: технология, техника, овцеводство, инновация, содержание, стрижка, кормление.

Инновационные технологии и техника для механизации и автоматизации процессов производства продукции овцеводства не могут разрабатываться без учёта природно-климатических условий регионов, биологических особенностей животных, специализации отрасли, структуры сельхозугодий, организационно-экономических факторов и др. В 1990-е годы в России при реформировании аграрного сектора было допущено резкое сокращение поголовья овец и выхода товарной продукции, произошло коренное изменение структуры хозяйствующих субъектов со значительным уменьшением доли крупных сельхозтоваропроизводителей, снизился уровень механизации работ.



Министерством сельского хозяйства Российской Федерации принята Отраслевая целевая программа «Развитие овцеводства и козоводства на 2012-2014 гг. и на плановый период до 2020 года» [1], где перечислены меры по возрождению отрасли. Разработчиками Программы выступили Национальный союз овцеводов и Ставропольский НИИ животноводства и кормопроизводства.

В 2013 г. ФГБНУ ВНИИМЖ разработана (в соответствии с планом фундаментальных и прикладных исследований Россельхозакадемии) «Система технологий и машин для механизации и автоматизации производства продукции животноводства и птицеводства на период до 2020 года» [2]. В ней наряду с другими отраслями кратко освещены основные составляющие технологии производства продукции овцеводства и тенденции ее развития, а также рекомендуемые технические средства. Дальнейшая работа ведётся в направлении преломления предложений к конкретным

условиям содержания на базе инновационных технологий.

В России традиционно сформировались и применяются пастбищная, пастбищно-стойловая, стойлово-пастбищная и стойловая системы содержания овец [3-5].

При пастбищной системе содержания овцы свыше 80% времени выпасаются, только в непогоду и в период ягнения размещаются в овчарнях облегчённого типа. Основой их рациона являются корма естественных пастбищ, которые составляют до 80% их годовой потребности.

При пастбищно-стойловой системе овцы порядка 60-70% времени находятся на пастбищах, основу их рациона составляют корма естественных и культурных пастбищ, доля которых находится в пределах 60-65% годовой потребности.

При стойлово-пастбищной системе овцы 30-40% времени находятся на пастбищах, а пастбищные корма составляют не более 35-45% их годовой потребности. Затраты труда на



кормопроизводство достигают примерно 60-70% всех затрат, потребность в средствах механизации этого процесса выше, чем при пастбищно-стойловой системе;

При стойловой системе овцы круглый год содержатся без выпаса. Интенсивнее используются земельные угодья для выращивания высокоурожайных кормовых культур, более востребована техника высокой производительности, в том числе для заготовки, приготовления и раздачи кормов.

Следует отметить, что стационарные средства механизации производственных процессов используются в основном при стойлово-пастбищной и стойловой системах содержания овец, а мобильные средства – при всех четырех системах содержания.

Основными технологическими процессами в овцеводстве, для выполнения которых необходимо создавать технические средства, являются:

- кормление (на пастбищах – естественный выпас, заготовка, хранение, приготовление и раздача кормов, искусственная подкормка ягнят);
- поение (из открытых водоисточников, линий водоснабжения, подвож воды, подогрев воды);
- осеменение (естественное, искусственное);
- окот (ягнение);
- содержание подсосных ягнят (с матками, искусственная подкормка);
- бонитировка ягнят;
- забой ягнят на каракуль (первичная обработка и засолка шкур, утилизация тушек);
- доение овец;
- переработка молока;
- отбивка ягнят и формирование отар;
- дезинфекционная обработка овец с целью профилактики и лечения;
- стрижка (собственно стрижка; первичная обработка шерсти – класировка, сушка, складирование, прессование, погрузка, транспортировка, хранение, сдача или переработка шерсти);
- сдача животных на убой (откормочное и выбракованное поголовье);

● создание микроклимата в помещениях (уборка, погрузка и вывоз навоза, дезинфекция помещений и выгульно-кормовых площадок);

● зооветеринарные мероприятия с профилактической и лечебной целью по требованиям «Ветеринарного законодательства» с учётом региона.

Обязательным условием эффективного ведения отрасли является комплексное решение вопросов, связанных с всесторонним обоснованием и выбором инновационной механизированной технологии в зависимости от региона, способа содержания овец, специализации (шерстное, мясное, мясошерстное) и размера хозяйства. При этом необходимо (по возможности) предусмотреть совмещение и сочетание технологических процессов, людских ресурсов и технических средств.

Существующие системы содержания овец можно также классифицировать на зимнее (стойловое) и летнее (пастбищное) содержание.

Инновационные технологии содержания овец

Зимнее стойловое содержание овец во многом зависит от природно-климатических и зональных условий. Стойловое содержание применяется преимущественно при продолжительном зимнем периоде и в регионах с ограниченными площадями пастбищ или их отсутствием. При данном способе поддерживается более высокий уровень концентрации производства, что позволяет эффективнее использовать оборудование и применять поточные технологические линии. В то же время стойловый способ содержания овец в отличие от пастбищного является более затратным. В Российской Федерации овцы в стойловый период содержатся на глубокой несменяемой подстилке или на щелевых полах.

Содержание овец на глубокой несменяемой подстилке позволяет исключить ежедневную уборку, погрузку и транспортировку навоза. Однако при этом способе периодически (во избежание заболевания копыт) тре-

буется дополнительно вносить подстилку (измельчённая солома, торф, опилки), что постепенно увеличивает высоту перемешанного, уплотнённого и слежавшегося монолита: при 7-месячной продолжительности стойлового периода высота (толщина) слоя достигает 0,7-0,8 м. Это приводит к дополнительным издержкам на переустановку кормушек и поилок. Возрастают затраты на вентиляцию.

При хорошем кормлении овцы легко переносят морозную погоду, что является залогом успеха зимовки. В начале периода стойлового содержания овцам необходимо скармливать относительно лучшие по качеству корма, чтобы животные не испытывали стресса при переходе от пастбищного корма к грубому и не снижали упитанности. Для погрузки, измельчения, приготовления и раздачи кормов в помещениях и на выгульных площадках следует использовать комплекс машин, применяемых на объектах молочного и мясного скотоводства, т.е. сделать их средствами многоцелевого назначения.

В хозяйствах населения и крестьянско-фермерских с содержанием 100-500 голов овец для погрузо-разгрузочных работ и раздачи корма рекомендуются комбинированные погрузчики-раздатчики кормов на базе малогабаритных тракторов. Хорошо зарекомендовала себя технология ненормированного кормления овец из передвижных ротационных самокормушек прессованным в рулоны сеном (разработана ФГБНУ СНИИЖК).

При содержании овец на глубокой несменяемой подстилке для разбрасывания соломы (во избежание заболевания копыт) целесообразно применять современные измельчители-разбрасыватели-выдуватели различных модификаций – RAPTOR, РВС-1500 «Хозяин» и др. Комплект регулируемых по высоте специальных металлических изгородей с подвесными кормушками и поилками (разработан ФГБНУ ВНИИМЖ и ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА») устанавливается один раз в начале стойлового периода и намного снижает трудозатраты на организацию



обслуживания поголовья. Уборку, погрузку и транспортирование навоза необходимо осуществлять комплексом технических средств, аналогичных для ферм крупного рогатого скота при беспривязном содержании.

Влияние микроклимата на организм овец обуславливается суммарным воздействием физических, химических и биологических факторов и проявляется в глубоких изменениях его основных биофизических процессов (терморегуляция, обмен веществ). Наличие значительного количества слежавшегося уплотненного навоза в помещениях при содержании овец на глубокой несменяемой подстилке приводит к выделению вредных газов. При недостаточном воздухообмене это может стать причиной отравления, поэтому в закрытых помещениях необходимо устанавливать системы вентиляции, обеспечивающие необходимую кратность воздухообмена.

Для местного обогрева новорожденных ягнят необходимо применять локальные системы обогрева, разработанные ФГБНУ ВИЭСХ: инфракрасные и ультрафиолетовые термоизлучатели, кварцевые излучатели и другое оборудование, в зонах разведения многоплодных маток романовской породы – установки для приготовления заменителя молока и выпойки ягнят, включая автоматические, комплект оборудования искусственного выращивания ягнят, установки для инфракрасного локального обогрева ягнят и электрообогреваемые коврики, установки комбинированного обогрева ягнят.

Содержание овец на щелевых полах позволяет исключить загрязнение пола и оказывает положительное влияние на создание микроклимата – снижаются относительная влажность в овчарнях (до 70%) и содержание вредных газов. Бесподстилочное содержание овец на щелевых полах является одним из перспективных направлений в овцеводстве. При этом можно использовать технические решения для механизации уборки навоза и раздачи кормов, применяемые при содержании крупного рогатого скота и свиней.

При летнем стойловом содержании овец в хозяйствах, специализирующихся на откорме овец и получении баранины, животных целесообразно размещать на выгульно-кормовых площадках под навесом с применением технологии зеленого конвейера: поле – выгульно-кормовая площадка. При этом комплекс машин для скашивания травы, раздачи кормов, водоснабжения, уборки навоза аналогичен используемому на фермах крупного рогатого скота.

При летнем пастбищном содержании овец основой получения продукции с минимальными издержками является организация рационального выпаса животных на основе применения загонной пастбы, включая обоснование оптимального количества пастбищных участков (загонов) и их площади с учётом урожайности культур, сроков стравливания естественных пастбищ, суточной потребности зелёной массы на одну голову и других факторов. При этом с целью исключения заражения гельминтами следует руководствоваться продолжительностью пастбы в одном загоне не более 7 суток. Для организации загонной пастбы рекомендуется использовать электроизгородь типа ИЭ-200 и комплекты «Овцы 12В/2».

Теоретические расчёты, выполненные при загонном способе пастбы применительно к Центральному региону России, позволили определить минимально необходимую удельную площадь для выпаса, которая на естественных пастбищах составила 0,21 га на одну голову. Полученное значение может служить основой для овцеводческих хозяйств при определении необходимой общей площади для выпаса всего поголовья.

Концентрированные корма, минеральные добавки, а также кормушки рекомендуется доставлять на пастбища тракторными полуприцепами, агрегатируемыми тракторами класса 9-14 кН.

Для поения овец на пастбищах целесообразно использовать естественные водоисточники или водоподъёмники различных модификаций – шнуровые, ленточные, эрлифты, ветроподъёмники и др. Для опресне-

ния, очистки и обеззараживания воды с учётом местных особенностей хорошо зарекомендовали себя различные технические средства, выпускаемые отечественной промышленностью.

Инновационные технологии и технические средства специальных производственных процессов в овцеводстве

Машинная стрижка является важнейшим технологическим процессом, влияющим на качество получаемой шерсти и издержки её производства. Стрижка овец включает в себя ряд взаимосвязанных и последовательно выполняемых операций, составляющих единую технологическую линию.

Для механизации стрижки овец в России и странах СНГ широкое применение получили электрифицированные групповые и индивидуальные стригальные агрегаты завода «Актюбинсксельмаш», которые необходимо принять за базис для последующей модернизации и использования в предстоящий период с учётом складывающейся тенденции развития отрасли [6].

Высокопроизводительное оборудование, предназначенное для стрижки больших отар овец в стационарных условиях (ЭСА 12Г, ЭСА 12/200, КТО-24), в настоящий момент практически не востребуется из-за резкого сокращения поголовья и уровня его концентрации, изменения структуры отрасли и положения сельхозтоваропроизводителей. Переносные индивидуальные стригальные агрегаты частично решают проблему механизации стрижки, но только малого поголовья в личном подворье населения, причём отсутствие в комплектации заточного устройства является сдерживающим фактором более широкого их применения.

Увеличение поголовья овец в личных и фермерских хозяйствах с уровнем концентрации 100-500 голов ставит на повестку дня изменение стратегии организации процесса стрижки и развитие стригальной техники. Для этих целей необходимы разработка и создание мобильных



стригальных пунктов, использование которых более полно соответствует сложившейся специфике овцеводства (пастбища, фермы крестьянских хозяйств, личные подворья) путём организации стрижки непосредственно в местах размещения поголовья. Наиболее перспективным является использование как основы стригальных пунктов мобильных средств на базе малотоннажных автомобилей повышенной проходимости грузопассажирского исполнения (МСПА-6, разработка Костромской ГСХА совместно с ФГБНУ ВНИИМЖ), трёхколёсных мотоциклов, квадрациклов, что даст возможность одновременно доставлять к местам расположения поголовья овец стригальное оборудование и обслуживающий персонал, не привлекая при этом дополнительные транспортные средства. При такой организации выполнения работ исключаются затраты на перевозку обслуживающего персонала и повышается интенсивность использования стригальной техники и оборудования. Не исключается и вариант передвижного стригального пункта на базе тракторного прицепа (в том числе АМСР-6/200 ТСХИ с электроприводом и АМГСП с гидрофицированным приводом), но при этом необходимо дополнительно решать вопрос доставки обслуживающего персонала к месту стрижки.

С целью снижения напряженности труда стригальщиков на перспективный период рекомендуется освоить производство ряда новых типов усовершенствованных стригальных машинок, созданных на основе исследований, выполненных ФГБНУ ВИЭСХ, Костромской ГСХА совместно с ФГБНУ ВНИИМЖ, Оренбургским ГАУ, ФГБНУ ГОСНИТИ и другими учреждениями, в том числе: стригальные машинки с приводом через скоростной гибкий вал от подвесного электродвигателя, с усовершенствованным нажимным механизмом и повышенной износостойкостью режущей пары; электростригальные агрегаты с питанием от частотного преобразователя.

Рабочее место стригальщиков. Стремление облегчить труд стри-

гальщика и сократить число вспомогательных рабочих на пунктах стрижки овец привело к созданию целого ряда устройств, по-новому решающих организацию процесса стрижки. Эффективность решения данных вопросов обусловлена, в первую очередь, производительностью труда стригальщиков, которая зависит от их квалификации, способов стрижки, используемой стригальной техники и технического оснащения рабочих мест.

Проведенный обзор существующих конструкций рабочих мест стригальщиков, а также наблюдения за процессом стрижки овец позволили сделать вывод, что стричь овец необходимо на рабочих столах, но с обязательным использованием устройств, позволяющих не только фиксировать животных, но и осуществлять механизированный подъём и опускание стола с овцой.

Преобразователи частоты тока – хорошо зарекомендовавшие себя машинки МСУ-200, которыми комплектуются стригальные агрегаты, работают от сети трёхфазного тока с параметрами: 36 В, 200 Гц (безопасное напряжение, что отвечает работе в полевых условиях). Для преобразования промышленного тока напряжением 220/380 В и частотой 50 Гц хорошо зарекомендовали себя преобразователи ИЭ-9401, ИЭ-9403 и С-759. Также на перспективу рекомендуется создать преобразователь на базе вентильных генераторов автомобилей и тракторов с приводом от ВОМ или гидросистемы трактора.

Заточные устройства режущих пар стригальных машинок. Одним из трудоёмких и ответственных производственных процессов в общей технологии машинной стрижки овец является заточка режущей пары (нож, гребёнка) стригальных машинок. Правильная организация заточки режущей пары находится в числе основных факторов, определяющих качество получаемого руна, утомляемость и производительность стригальщика, характер воздействия стригальной машинки на кожный покров овцы.

Для заточки режущей пары стригальных машинок для овец рекомендуются: точильный аппарат ТА-1, доводочный аппарат ДАС-350, полуавтомат для заточки режущих пар стригальных машинок ПЗН-60, точильные аппараты конструкции ФГБНУ СНИИЖК, ФГБНУ ВИЭСХ, Оренбургского ГАУ, ФГБНУ ВНИИМЖ и Костромской ГСХА (в последнем обеспечена непрерывная подача суспензии на заточной диск).

Оборудование для купания овец с профилактической и лечебной целью. Для борьбы с эктопаразитами овец, в частности с чесоткой, все поголовье 1-2 раза в год обрабатывают специальной инсектоакарицидной жидкостью, используя технологии (купание в ваннах, опрыскивание и их совмещение) с применением технических средств (наклоняющиеся, погружные, выдвижные, клавишные платформы; транспортёры; установки конвейерно-кольцевые, душевого типа и комбинированные).

Для этих целей рекомендуется использовать:

- имеющиеся в хозяйствах ванны, при этом в качестве механизма подачи предпочтителен волновой транспортёр типа УПК-300 ТСХИ;
- установку опрыскивающую конструкции ФГБНУ ВИЭСХ;
- мобильное оборудование, доставляемое в места расположения поголовья типа купочной установки передвижной КУП-2 конструкции ФГБНУ СНИИЖК;
- передвижную установку для купания овец на базе двухосного тракторного прицепа ПУКО-150 ТСХИ;
- передвижную ванну для купания овец ПВКО-180 конструкции ФГБНУ ВНИИМЖ и Костромской ГСХА.

Оборудование для создания поточно-технологической линии стрижки и профилактической зооветеринарной обработки овец. Разработка модулей оборудования, рассчитанных на различное поголовье овец и объединяющих в единые поточно-технологические линии ранее разрозненные производственные процессы, в том числе стрижку, зооветеринарную обработку (при необходимости – вакцинация, де-

гельминтизация, клинический осмотр и др.) и купание овец с профилактической и лечебной целью с исключением ряда дублирующих операций, позволяет сократить трудозатраты до 20%, металло- и энергоёмкость процессов соответственно на 20 и 22%. Для этих целей рекомендуются переносной стригально-купочный цех конструкции Туркменского СХИ и стригально-купочная установка для овец конструкции ФГБНУ ВНИИМЖ и Костромской ГСХА.

Доеение овец и коз. Широко применяют доение овец каракульской, тушинской, мазехской, балбасской, цигайской и других пород (тонкорунных, полутонкорунных и романовских овец обычно не доят).

Для доения мелкого рогатого скота рекомендуется ряд доильных установок стационарного и мобильного типов: АД-02СК – для овец и коз, УДФ-01/К2 – для коз, мобильная установка ММУ SG – для коз и овец, размерный ряд мобильных агрегатов для коз на базе Milkline, установки на базе УДО-Ф, передвижная доильная установка УДОП-Ф-16, передвижные доильные установки типа ДУО.

Молоко овец в первый месяц жизни ягнят служит основным источником их корма.

Дезинфекция помещений и выгульно-кормовых площадок. Для этой цели рекомендуется переносное, прицепное, мобильное, оборудование: опрыскиватель универсальный многоцелевой «Зорька», размерный ряд установок дезинфекционных на базе ЛСД, УД, ДУК.

Вспомогательное технологическое оборудование для содержания овец. Рекомендуется технологическое оборудование: конструкции ФГБНУ СНИИЖК, в том числе карусельный станок для ветеринарной обработки, самокормушка для подкормки ягнят концентрированными кормами на пастбище, передвижные клетки-кучки для ягнения маток на пастбище, инструменты по уходу за животными; конструкции ФГБНУ ВНИИМЖ и Костромской ГСХА, включая транспортёр для подачи зафиксированной овцы на зооветеринарную обработку и ряд универсальных металлических переносных изгородей; электрические изгороди при пастбищном содержании овец конструкции ФГБНУ ВИЭСХ, размерный ряд электроизгородей ИЭ-07 и OLLI.

Выводы и предложения

Анализ показывает, что продукция овцеводства – шерсть, мясо, каракулевые смушки, меховые и шубные овчины, молоко, сырьё для парфюмерии и медицины – широко востребована во всем мире и пользуется устойчивым спросом.

В России, начиная с 1991 г., с переходом на рыночные отношения и частичным самоустранением государства от регулирования ряда жизненно важных социально-экономических отношений, в том числе паритета цен на продукцию разных сфер хозяйственной деятельности, допущено ничем не оправданное резкое снижение поголовья овец: в 1990 г. – 58,2 млн голов, 2001 г. – 12,7 млн.

Одновременно произошли структурные изменения: число овец в сельскохозяйственных предприятиях снизилось более чем на порядок, сократилась численность поголовья в хозяйствах населения, появились фермерские хозяйства. Далее – постепенный рост с относительной стабилизацией (на уровне порядка 20 млн голов) и задачей довести к 2020 г. численность овец до 28 млн голов (Отраслевая целевая про-

грамма...), что намного ниже доперестроечного уровня.

Для ускорения выхода из создавшегося положения и возвращения отрасли перспектив развития необходимы:

- постоянная и активная поддержка государством сельскохозяйственных органов регионов и Департамента животноводства и племенного дела Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, ещё сохранившего основной породный потенциал овец;

- разработка и проведение государственной политики возрождения и развития овцеводства как *товарного животноводческого сектора* на основе широкой региональной сети государственных племенных и репродуктивных хозяйств (обратить особое внимание на романовскую породу овец);

- задействование (по максимуму) всего комплекса разработанных и хорошо зарекомендовавших себя технологий на основе отечественных машин для хозяйств с большим поголовьем, который до рыночных реформ не уступал ведущим овцеводческим странам, а по ряду позиций занимал лидирующее положение (стригальное оборудование, установки профилактической санитарной обработки овец и др.), а также проведение научных изысканий и разработка технологий и оборудования для индивидуальных хозяйств и малых ферм, что будет способствовать развитию собственного сельскохозяйственного машиностроения, включая производство специального технологического оборудования для овцеводства, и отраслевой науки;

- изыскание возможности дополнительного выделения денежных средств на проведение НИОКР;

- изучение вопроса по созданию специализированных предприятий, в том числе государственных, обеспечивающих процессы машинной стрижки, закупки остриженной шерсти, дальнейшую переработку и выпуск продукции с её реализацией (создание таких предприятий освободит население и владельцев крестьянско-фермерских хозяйств





от решения вопросов по хранению и сбыту шерсти);

- закупочные цены на остриженную шерсть должны учитывать реальные затраты на содержание овец с учётом природно-климатических условий конкретного региона (например, учитывать длительность зимнего периода), а также исходить из стоимости готового изделия, а не сырья (остриженная шерсть), как это практикуется в настоящее время;

- создание в России научно-технического координационного центра по механизации производственных процессов и переработке продукции овцеводства на базе ведущих отраслевых научно-исследовательских институтов ФГБНУ ВНИИМЖ и ФГБНУ СНИИЖК;

- создание опытных заводов и хозяйств при головных отраслевых НИИ, что позволит изготавливать в металле научные разработки и опробовать их непосредственно в производственных условиях.

Список

использованных источников

1. Отраслевая целевая программа «Развитие овцеводства и козоводства в Российской Федерации на 2012-2014 гг. и на плановый период до 2020 года». (Утверждена приказом Минсельхоза России от 2 сентября 2011 г. № 294) [Электронный ресурс]. URL: <http://bazazakonov.ru/doc/?ID=2770070> (дата обращения: 08.03.2015).

2. Система технологий и машин для механизации и автоматизации производства продукции животноводства и птицеводства на период до 2020 года. Научный руководитель, академик РАСХН Морозов Н.М. М.: ГНУ ВНИИМЖ, 2013. 224 с.

3. Чистяков Н.Д. Научно-практическое обоснование и совершенствование технических средств и технологических приёмов производства продукции овцеводства в современных условиях: автореф. дис... д-ра с.-х. наук: 06.02.04. Ставрополь, 2008. 52 с.

4. Рекомендации по развитию высокоэффективного овцеводства / Х.А. Амер-ханов, Т.Г. Джапаридзе, Е.Л. Ревякин

[и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 124 с.

5. Ерохин А.И., Ерохин С.А. Овцеводство. М.: Изд-во МГУП, 2004. 480 с.

6. Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Зудин С.Ю., Фириченкова С.В. Технология и технические средства машинной стрижки овец: монография. Кострома: КГСХА, 2010. 238 с.

Innovative Technologies and Technical Means at Production of Sheep Breeding Output

N.M. Morozov, Yu.A. Mirzoyants, V.E. Firichenkov, D.S. Lebedev

Summary. The article discusses the state of the industry and the main production processes and operations used in summer and winter stalled keeping of sheep. The performed monitoring enabled to reveal directions of innovative technologies and technical means in sheep breeding.

Key words: technology, machinery, sheep breeding, innovation, keeping, shearing, feeding.



УДК 631.358.633.521

Технические средства, повышающие эффективность уборки льна

А.Г. Тарлецкий,

канд. техн. наук, зав. отделом,

И.В. Сизов,

канд. техн. наук, зав. сектором

(ФГБНУ ВНИИМЛ),

vniiml1@mail.ru

Аннотация. Приведен новый способ повышения эффективности работы льнокомбайна, разработанный специалистами ФГБНУ ВНИИМЛ, который предусматривает удаление из вороха путаницы и превращение его в сыпучий материал. Применение данного способа позволит снизить выход вороха с 1 га по весу и уменьшить его объем с 7 до 3 м³/га. Обоснована конструктивно-технологическая схема льноуборочного комбайна ЛК-4М, предусматривающая использование вместо транспортера вороха съемных адаптеров для выделения семян из льновороха – молотильного аппарата и устройства ветрорешетной очистки. Их применение позволит сократить расход топлива в 5 раз, электроэнергии – в 3 раза в расчёте на 1 т семян и уменьшить стоимость технических средств на 1 га посева в 6 раз.

Ключевые слова: льноворох, семена льна, уборка, льнокомбайн, контейнер.

Для увеличения производства льнопродукции в России необходимо значительно снизить материально-денежные затраты и существенно повысить производительность труда [1, 2]. Наибольшие затраты труда и средств приходятся на период уборки льна [3]. В связи с этим совершенствование машин уборочного комплекса является первоочередной задачей. Основными машинами уборочного комплекса, определяющими уровень затрат труда и средств, являются льноуборочный комбайн и технические средства, обеспечивающие выделение семян из вороха.

В настоящее время затраты труда на выполнение одной из важнейших операций – теребление льна



комбайном со сбором вороха в прицеп составляют 3,4 чел-ч/га при производительности комбайнового агрегата 0,57 га/ч [4]. Для выполнения этой операции требуются два человека – комбайнёр и рабочий, который вручную разравнивает ворох в прицепе. Очевидно, что за счёт устранения необходимости разравнивания вороха обеспечивается повышение производительности труда в 2 раза, поскольку в 2 раза сокращается численность персонала для обслуживания агрегата. Наиболее эффективный способ исключения операции разравнивания и снижения затрат на получение семян – удаление из вороха путаницы и превращение его в сыпучий материал. Удаление путаницы обеспечивает снижение выхода вороха с 1 га по весу и уменьшение его объема с 7 до 3 м³/га. В результате затраты труда на его перевозку вместо 1,9 составят 0,8 чел-ч/га.

Общие затраты труда на теребление льна и перевозку вороха снизятся в 2 раза (с 5,3 до 2,65 чел-ч/га). Важное значение имеет устранение необходимости привлечения сезонного рабочего для выполнения тяжёлой работы (разравнивание вороха). В некоторых хозяйствах из-за отсутствия возможности привлечь рабочего на этой операции задействовали комбайнёра, в результате на 20% и более снижалась и без того низкая производительность комбайна, что неприемлемо.

Особенно больших затрат труда и средств требует уборка льна в ранне-жёлтой и жёлтой спелости, когда льняной ворох имеет влажность 45±12%. Для получения 1 т семян из вороха такой исходной влажности требуются 240 кг жидкого топлива, 270 кВт-ч электроэнергии и 11 чел-ч живого труда [5]. Кроме того, необходим комплект оборудования КСПЛ-0,9 массой 28,3 т.

В период, когда жидкое топливо стоило 8,3 коп. за 1 кг, а 1 кВт-ч – 1 коп., указанные затраты считались приемлемыми. В настоящее время стоимость топлива, электроэнергии и оборудования значительно возросла, поэтому лён на семена целесообразно убирать в конце жёлтой – начале полной спелости при влажности вороха не более 25%. Ворох такой влажности в некоторых хозяйствах нашей страны и в Республике Беларусь обмолачивают зерноуборочными комбайнами в поле, а полученные семена сушат в напольных сушилках. При такой технологии расход топлива на 1 т семян не превышает 15 кг, а затраты труда на равномерную ручную подачу вороха в молотилку комбайна, загрузку и выгрузку семян в процессе их сушки в напольных сушилках – не менее 20 чел-ч.

Недостатками такой технологии получения семян являются:

- необходимость привлечения на весь период уборки не менее трех человек для подачи вороха в молотилку;

- значительные потери семян с путаниной при увеличении влажности вороха более 16%;

- снижение производительности молотилки до 2 т/ч из-за забивания механизма возврата при обмолоте вороха влажностью более 25%;

- высокая стоимость зерноуборочного комбайна (в 3 раза и более по сравнению со стоимостью льноуборочного);

- недостаточная степень перетирания семенных коробочек барабанно-дековым молотильным аппаратом, в результате чего в семена попадает значительное количество целых семенных коробочек.

Несмотря на указанные недостатки, технология получения семян с использованием зерноуборочных комбайнов в Республике Беларусь считается эффективной, поскольку обмолот вороха обеспечивает удаление не только путанины, но и мякины, в результате чего доля свободных семян в нём возрастает до 70%. По существу, в результате обмолота вороха получают семена влажностью около 17%. Для сушки 1 т таких семян на зерновых сушилках требуется не более 10 кг жидкого топлива.

Из приведённых данных следует вывод о целесообразности обмолота вороха при уборке льна в конце жёлтой – начале полной спелости. С наибольшим эффектом осуществить эту операцию можно съёмным адаптированным для льновороха молотильно-сепарирующим устройством, установленным на льноуборочный комбайн вместо транспортёра вороха.

В настоящее время в ФГБНУ ВНИИМЛ с учётом опыта обмолота вороха зерноуборочными комбайнами ведутся исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию для льнокомбайна съёмного молотильно-сепарирующего устройства, обеспечивающего получение в период теребления льна в конце жёлтой и полной спелости сыпучего вороха с повышенным до 70% содержанием семян. С этой целью на льноуборочный комбайн ЛК-4А вместо транспортёра вороха монтируются съёмные адаптеры для выделения

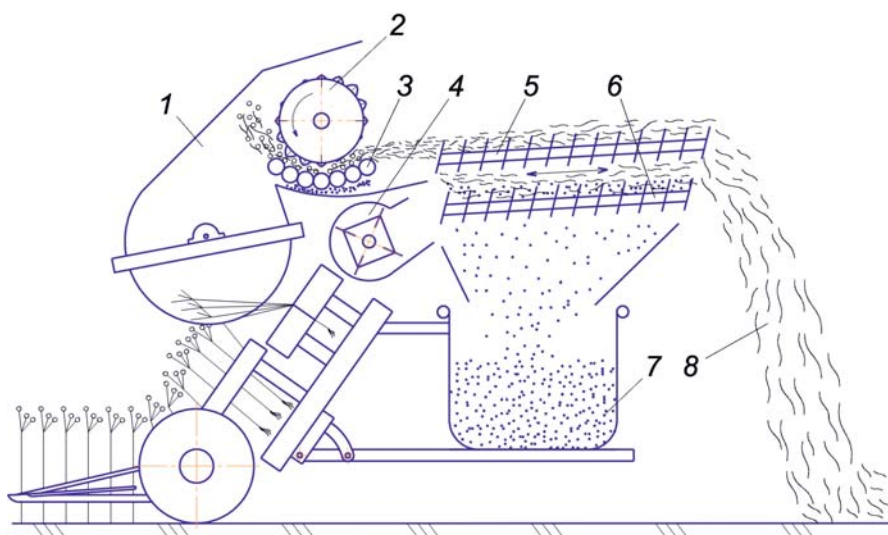
семян из льновороха – молотильный аппарат и устройства ветрорешетной очистки (см. рисунок).

Молотильный аппарат состоит из барабана 2 (Ø300 мм, длина – 0,6 м) и прутковой деки 3. Конструктивной особенностью деки является то, что плавающие в пазах прутки Ø16 мм закреплены с возможностью вращения и отклонения от поверхности барабана. Благодаря этому исключаются зажгучивание путанины при обмолоте вороха повышенной влажности, прилипание мелких частиц вороха к пруткам и забивание молотильного аппарата. На поверхности молотильного барабана закреплены 35 бичей из пружинной проволоки Ø4 мм. В процессе работы аппарата каждый бич захватывает небольшую порцию вороха объёмом около 24 см³ и при перемещении её по пруткам перетирает все 100% коробочек, содержащихся в ней. В результате при вращении барабана с частотой 600 мин⁻¹ аппарат обеспечит производительность 4 т/ч, что в 3 и более раза превысит подачу вороха очёсывающим аппаратом комбайна, благодаря чему будут достигнуты высокие надёжность технологического процесса и степень перетирания коробочек.

Ворох, перетёртый молотильным аппаратом, поступает по транспортирующей доске на колеблющееся обдуваемое вентилятором 4 верхнее решето 5, которое удаляет 100 % путанины и значительную часть мякины. Все семена и мелкие частицы мякины просыпаются на нижнее решето 6, где происходят окончательное удаление лёгких частиц и просыпание семян в контейнер 7. Частота колебаний решетного стана, длина решет, амплитуда колебаний и скорость воздушного потока приняты равными соответствующим параметрам очистки зерноуборочного комбайна.

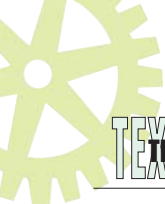
Для того чтобы исключить забивание отверстий решет, использованы решета с отогнутыми кромками от молотилки МЛ-2,8П. Общая масса разработанного молотильно-сепарирующего устройства превышает массу транспортёра вороха комбайна всего на 20 кг и составляет 110 кг.

Достоинством использования молотильно-сепарирующего устройства на льноуборочном комбайне, кроме повышения (в 2 раза) производительности труда на тереблении льна и перевозке льновороха, является существенное снижение затрат труда и средств на получение



Конструктивно-технологическая схема льноуборочного комбайна ЛК-4М с использованием съёмных адаптеров для выделения семян из льновороха – молотильного аппарата и устройства ветрорешетной очистки:

1 – очёсывающий барабан; 2 – молотильный барабан;
3 – дека; 4 – вентилятор; 5, 6 – верхнее и нижнее решета;
7 – контейнер; 8 – путанина и мякина



Сравнительные показатели технологий получения семян, применяемых в настоящее время и разработанной ФБГНУ ВНИИМЛ

Используемые технические средства	Сроки уборки	Начальная влажность поступающего на сушку вороха или семян, %	Удельная металлоёмкость технических средств для получения семян, кг/га	Расход на 1 т семян		Затраты труда, чел-ч/т
				топлива, кг	электроэнергии, кВт-ч	
Комбайн ЛК-4М + прицеп 2ПТС4 + КСПЛ-0,9	Жёлтая спелость	Ворох – 45%	141	240	270	11
	Полная спелость	Ворох – 20-25%	110	40	60	4
Комбайн «Нива» + сушилка	Полная спелость	Семена – 17%	38	12	30	20
Комбайн ЛК-4М с молотильно-сепарирующим устройством + контейнер + сушильная установка	Полная спелость	Семена – 17%	18	8	20	2

семян за счёт исключения необходимости использования льномолотилки. В этом случае появляется возможность досушивания семян, поступающих от льнокомбайна с молотильно-сепарирующим устройством, на карусельной зерновой сушилке СЗК-1 завода «Тверьсельмаш», производительность которой на зерне составляет 5 плановых тонн за 1 ч сменного времени [6]. При урожайности семян 3,5 ц/га и производительности льнокомбайна 0,7 га/ч на сушильный пункт от одного комбайна будет поступать не более 0,3 т/ч семян льна чистотой 70%. При съёме влаги 6% с каждой тонны семян сушилка СЗК-1 при работе 20 ч в сутки обеспечит сушку семян от 20 льнокомбайнов.

Поскольку в льносеющих хозяйствах с площадью посева около 400 га одновременно работают не более 5 комбайнов, то своевременную сушку льносемян обеспечит дешёвая зерновая сушилка производительностью 1,5 т/ч. Для хозяйств с площадью посева 50, 100 и 150 га, имеющих соответственно 1, 2 и 3 льноуборочных комбайна, в ФБГНУ ВНИИМЛ разработана технология сбора, перевозки, сушки вороха и семян льна с использованием многоразовых контейнеров и тепловентиляционной установки на 50 контейнеров. Многоразовые контейнеры для льновороха и семян изготавливаются из больших полипропиленовых мешков, в которых в хозяйства доставляют минеральные

удобрения (по 0,7 т). Внутрь мешка из полипропиленовой ткани помещается второй (плёночный) мешок.

С целью погрузки, разгрузки контейнеров и выгрузки из них семян фронтальным погрузчиком снаружи мешка на высоте 0,7 м от днища крепится кольцо из стальной трубы, а к днищу мешка – кольцо из прутка Ø10 мм. Оба кольца, соединённые прочной тесьмой, обеспечивают надёжное удерживание контейнера захватами погрузчика при погрузке, разгрузке и выгрузке из него семян. При вместимости одного контейнера 0,4 т и двухразовом его использовании в сезон на 2 га посева льна требуется один контейнер.

Тепловентиляционная установка для сушки семян в контейнерах представляет собой воздуховод, соединённый с воздушоподогревателем, к которому по обе стороны присоединены конические подставки для установки контейнеров, исключающие утечку подогретого воздуха. Кроме того, для устранения утечек теплоносителя внутри контейнеров помещается плёночный рукав. В таких контейнерах, кроме доставки семян с поля, осуществляются их сушка, перегрузка в питатель семяочистительной машины, затаривание чистых семян, хранение их в зимний период, доставка к месту посева и загрузка в бункер сеялки.

Основные показатели применяемых в настоящее время технологий получения семян и разработанной

в ФБГНУ ВНИИМЛ технологии с использованием льнокомбайна с молотильно-сепарирующим устройством, многоразового контейнера и сушильной установки представлены в таблице. Расход топлива и электроэнергии на 1 т семян для всех технологий определены исходя из данных, полученных в результате испытаний сушильного комплекта оборудования КСПЛ-0,9 на Калининской МИС [5]. Из указанных данных следует, что на удаление 1 кг влаги из льновороха в процессе сушки расходуется 110 г топлива и 0,15 кВт электроэнергии.

Анализ данных, представленных в таблице, показал, что новая технология получения семян льна по всем технико-экономическим показателям значительно превосходит все известные. По сравнению с применяемой в нашей стране технологией (перевозка льновороха в тракторных прицепах, сушка на комплекте оборудования КСПЛ-0,9 с обмолотом вороха специальной молотилкой) разработанные ФБГНУ ВНИИМЛ технические средства обеспечат на производство 1 т семян сокращение расхода топлива – в 5 раз, электроэнергии – в 3 раза, затрат труда – в 2 раза, и стоимости техники и оборудования в расчёте на 1 га посева – в 6 раз.

Список

использованных источников

1. Белокопытов А.В., Самородский В.А., Терновчук А.Н., Миронкина А.Ю. Доминирующие факторы про-

изводительности аграрного труда в условиях ВТО // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 6. С. 7-11.

2. **Черников В.Г.** Пути обеспечения производства и повышения качества сырья льна-долгунца // Иновационные разработки для производства льна: сб. науч. тр. /ВНИИМЛ. Тверь: ТГУ, 2015. С. 324-328.

3. **Позняков Б.А.** Особенности определения эффективности в льняном комплексе // Достижения науки и техники АПК. 2007. №4. С. 2-3.

4. Технологические карты по возделыванию, уборке и первичной обработке льна-долгунца. М: Колос, 1968. 23 с.

5. Протокол № 09-49-83 периодических испытаний комплекта оборудования для сушки и переработки льновороха КСПЛ-0,9/ Калининская государственная зональная МИС. П. Зелёный, 1983. 189 с.

6. **Зеленко В.И.** Карусельные сушилки. Тверь: ОГУП. Тверское областное книжно-журнальное издательство, 2002. 172 с.

Technical Means of Efficiency Increase when Flax Harvesting

A.G. Tarletsky,

I.V. Sizov

Summary. The article presents a method to improve the efficiency of a flax harvester providing for removal of hemp from a heap and conversion it into bulk material. This will reduce yield of heap by weight gathered in a harvest from 1 hectare. The volume of the heap will be reduced from 7 to 3 m/ha. A constructive and process diagram of the ЛК-4М flax harvester is substantiated with provision for the use of removable adapters to extract seeds from a flax heap instead of a conveyor, notably a threshing mechanism and devices for air and sieve cleaning. Their use enables to reduce fuel consumption by 5 times and electricity by 3 times per a ton of seeds. The cost of technical means will be reduced by 6 times per 1 hectare.

Key words: flax heap, flax seeds, harvesting, flax harvester, container.

Вниманию читателей!

Условия подписки на журнал «Техника и оборудование для села» на 2016 год

Подписку можно оформить в почтовых отделениях связи Российской Федерации (индекс в каталоге агентства «Роспечать» 72493, в Объединенном каталоге «Пресса России» 42285) или непосредственно через редакцию на льготных условиях (за вычетом почтовых расходов).

Стоимость подписки на год:

- по Российской Федерации – 5280 руб., включая НДС (10%);
- для стран СНГ и Балтии (Белоруссия, Казахстан, Украина, Литва) – 6000 руб. (НДС 0%).

Стоимость подписки на первое полугодие 2016 г.

с учетом доставки:

- по Российской Федерации – 2640 руб., включая НДС (10%);
- для стран СНГ и Балтии (Белоруссия, Казахстан, Украина, Литва) – 3000 руб. (НДС 0%).

Стоимость подписки на один месяц:

- по Российской Федерации – 440 руб., включая НДС (10%);
- для стран СНГ и Балтии (Белоруссия, Казахстан, Украина, Литва) – 500 руб. (НДС 0%).

Подписку можно оформить с любого месяца на любой период текущего года, перечислив деньги на наш расчетный счет.

Банковские реквизиты:

УФК по Московской области (Отдел №12 Управления Федерального казначейства по МО)

ИНН 5038001475/КПП 503801001

ФГБНУ «Росинформагротех», л/с 20486Х71280, п/с

40501810300002000104 в Отделении 1 Москва, БИК 044583001

В назначении платежа указать код ББК (000 0000 0000000 000 440), ОКТМО 46647158.

Адрес редакции: 141261, Московская обл., пос. Правдинский, ул. Лесная, 60, Росинформагротех, журнал «Техника и оборудование для села».

Справки по телефонам: (495), 993-44-04, (496) 531-19-92;

факс (496) 531-64-90

E-mail: fgnu@rosinformagrotech.ru



УДК 631.58:681.5 (470-620)

Экспериментальные исследования элементов систем точного земледелия в Краснодарском крае

В.Ф. Федоренко,

д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,
директор,

fgnu@rosinformagrotech.ru

И.В. Воронков,

аспирант,

ivoronkov93@mail.ru

(ФГБНУ «Росинформагротех»)



Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований систем параллельного вождения, выполненных в условиях Краснодарского края в 2015 г. Представлены план проведения эксперимента, сравнительный анализ технических и эксплуатационных характеристик систем параллельного вождения и эксплуатационно-технологическая оценка сельскохозяйственных агрегатов, оборудованных и не оборудованных системами параллельного вождения.

Ключевые слова: точное земледелие, системы параллельного вождения, автопилоты, современные технологии в сельском хозяйстве, автоматизация сельского хозяйства.

Одним из наиболее эффективных способов развития агропромышленного комплекса является использование элементов системы точного

земледелия на базе современных информационных технологий, что позволяет с каждой единицы использованных ресурсов получать больше высококачественных продуктов питания [1].

Специальные программы для бортовых компьютеров, монтируемых в кабинах тракторов и комбайнов, анализируют информацию о соответствии параметров выполняемого процесса заданным технологическим и техническим параметрам в режиме реального времени, подают соответствующие команды и управляющие воздействия для обеспечения их автоматического вождения и др. [2].

В настоящее время на отечественном рынке представлены как зарубежные, так и отечественные устройства параллельного вождения (УПВ) машинно-тракторных агрегатов (МТА). Согласно тематическому плану научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ на 2015 г., выполняемых по государственному заданию Минсельхоза России специалистами Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) совместно со специалистами Инже-

нерного центра «ГЕОМИР» на полях научно-технического центра, были проведены исследования различных устройств параллельного вождения МТА при выполнении технологической операции внесения твердых минеральных удобрений (аммиачной селитры): ГЕОМИР-ПИЛОТ (изготовитель – «ГЕОМИР»), RAVEN Cruiser II («Raven»), Trimble EZ-guide 250 («Trimble»), Topcon X14 («Topcon»), S-Lite Outback Guidance («Outback»), Trimble EZ-pilot CFX-750 CenterPoint RTX («Trimble»).

Для сравнительной оценки УПВ исследования проводились поэтапно.

На первом этапе исследовались технические возможности различных УПВ. Для этого все приборы были установлены одновременно на трактор МТЗ-82 в агрегате с разбрасывателем Bogballe M2 base (рис. 1).

Результаты опыта фиксировали путем записи треков движения техники одновременно на всех приборах с последующим снятием информации на флеш-накопитель для дальнейшего анализа, который проводился путем сравнения треков со всех приборов с треком, принятым за эталонный.



Рис. 1. Общий вид приборов, установленных в кабине трактора



На втором этапе проводилась эксплуатационно-технологическая оценка агрегата МТЗ-82+Vogballe M2 base при работе с системами параллельного вождения и без УПВ с привлечением сигнальщиков.

Сравнительный анализ технических и эксплуатационных характеристик различных систем параллельного вождения

Все системы параллельного вождения, используемые в экспериментальных исследованиях, можно разделить на два типа: системы, подсказывающие водителю, как скорректировать движение, чтобы оно соответствовало установленному заданию (ГЕОМИР-ПИЛОТ, RAVEN Cruiser II, EZ-guide 250, Topcon X14, S-Lite Outback Guidance), и системы, самостоятельно корректирующие движение трактора с помощью исполнительного механизма, подключенного к гидросистеме рулевого управления (Trimble EZ-pilot/CFX-750/CenterPoint RTX).

Для анализа результатов работы на четырех системах (RAVEN Cruiser II; Trimble EZ-guide 250; Topcon X14; Trimble EZ-pilot/CFX 750) велась запись треков движения техники. На системах S-Lite Outback Guidance и ГЕОМИР-ПИЛОТ отсутствовала возможность записи треков движения техники, поэтому было решено исключить их из сравнительного анали-

Таблица 1. Сравнение значений отклонений треков УПВ от эталонного трека

УПВ	Максимальное отклонение от эталона, см	Среднее отклонение от эталона, см	Устойчивость отклонения
Trimble EZ-guide 250	120	80	Стабильное
Topcon X14	185	97	Переменное
RAVEN Cruiser II	170	89	Переменное

за. Пример полученных треков изображен на рис. 2.

Для одной из систем параллельного вождения (Trimble EZ-pilot/CFX 750/CenterPoint RTX) была подключена платная спутниковая поправка CenterPoint Rtx, обеспечивающая точность позиционирования 3,8 см и выше. Поэтому в условиях данного эксперимента по исследованию систем параллельного вождения эта система была принята за эталонную в части позиционирования техники на поле и при обработке результатов ее движения, все остальные системы параллельного вождения сравнивались с ней.

Результаты сравнения анализа треков движения, полученных с различных УПВ и эталонной системы, приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, средние отклонения всех систем примерно равны, однако устойчивость этих отклонений различна. Из рис. 3 видно, что знак отклонения трека «Topcon X14» от эталонного постоянно меняется. При работе с данной системой это будет сильно сказываться на результатах, так как будет появляться большое ко-

личество пропусков и перекрытий при выполнении полевых работ. Примерно такая же ситуация была выявлена при анализе трека Raven Cruiser II. В то же время можно заметить, что трек Trimble EZ-guide 250 располагается практически параллельно эталонному (Trimble EZ-pilot/CFX 750). Таким образом, при работе с Trimble EZ-guide 250 ошибка при позиционировании техники возникать будет, однако она практически не окажет никакого влияния на качество работ ввиду своего постоянства.

Результаты анализа эксплуатационных характеристик приборов (табл. 2) показали, что наивысший средний бал получила система Trimble EZ-pilot/CFX 750, что не удивительно, так как данная система является самой дорогой из рассматриваемых.

В среднем ценовом диапазоне хорошо зарекомендовали себя RAVEN Cruiser II и Trimble EZ-guide 250. Однако анализ треков, полученных с данных систем, показал, что система Trimble EZ guide-250 имеет лучшие результаты в позиционировании техники на поле.

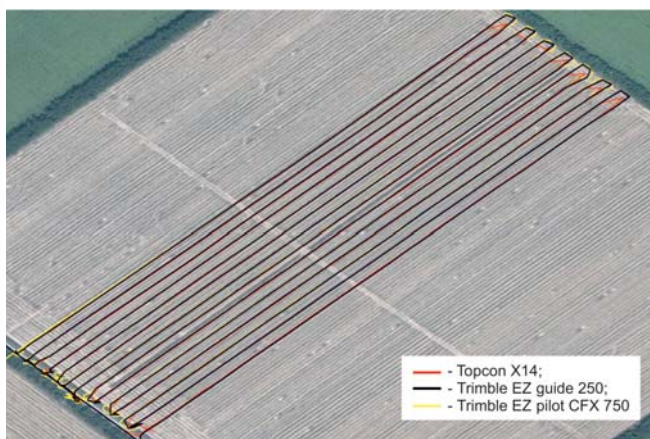


Рис. 2. Треки движения техники, полученные с УПВ, участвующих в эксперименте

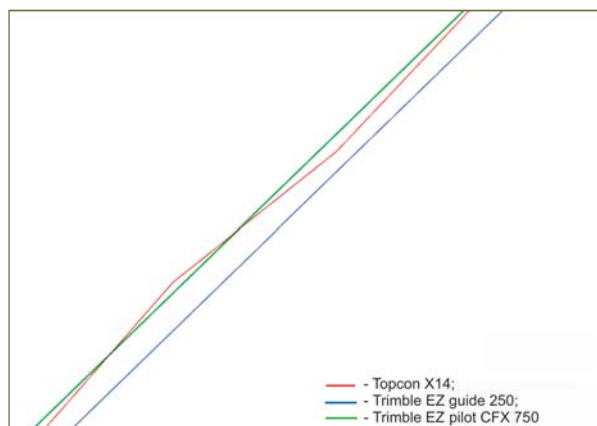


Рис. 3. Треки движения техники, полученные с трех УПВ, участвующих в эксперименте

Таблица 2. Результаты анализа эксплуатационных характеристик приборов, участвующих в эксперименте

УПВ	Удобство пользования интерфейсом	Качество экрана	Сложность монтажа (0 – сложно)	Надежность работы	Цена*, долл. США
Trimble EZ-guide 250	7	6	5	7	1 830
Topcon X14	6	4	6	6	1 800
RAVEN Cruiser II	6	8	7	5	2 470
Trimble EZ-pilot/CFX 750	7	10	4	10	3 800
S-Lite Outback Guidance	8	0	8	6	1 600
ГЕОМИР-ПИЛОТ	5	6	8	6	520

*Актуально на момент проведения эксперимента.

Эксплуатационно-технологическая оценка сельскохозяйственных агрегатов, оборудованных и не оборудованных системами параллельного вождения

Эксплуатационно-технологическая оценка разбрасывателя минеральных удобрений Bogballe M2 base была проведена на поверхностном внесении минеральных удобрений в агрегате с трактором МТЗ-82.

Условия проведения исследований были типичными для зоны юга России (табл. 3).

Эксплуатационно-технологическая оценка агрегата МТЗ-82+Bogballe M2 base была проведена на полях тестового полигона КубНИИТиМ (10.03.2015) в двух вариантах:

- при работе агрегата с системами параллельного вождения;
- при работе с привлечением сигнальщиков.

В хозяйственных условиях вождение агрегата, разбрасывающего гранулированные минеральные удобрения при проведении подкормки посевов озимой пшеницы, осуществляется с помощью двух сигнальщиков, находящихся на противоположных концах поля на удалении 150-200 м от его границ. Дополнительным ориентиром для механизатора служат хорошо видимые рядки культуры, вдоль которых осуществляется вождение, а также другие заметные ориентиры (высокие деревья,

столбы и др.). Последовательное поперечное перемещение сигнальщиков на установленную рабочую ширину внесения (18 м) осуществляется с помощью сажень (2 м). В результате, после прохода разбрасывателя на поверхности поля остаются хорошо заметные прямолинейные следы колес трактора, что свидетельствует о достаточно высоком качестве выполнения работ (рис. 4).

Результаты проведенных измерений рабочей ширины внесения свидетельствуют о том, что колебание расстояния между следами колес трактора смежных проходов (выраженное через коэффициент вариации) при вождении с навигационными системами несколько ниже по сравнению с прямолинейностью вождения традиционным способом (табл. 4).



Рис. 4. Следы колес трактора на поверхности поля при вождении агрегата с помощью сигнальщиков

Таблица 3. Исходные условия проведения исследований

Показатели	Значения
Вид работы	Поверхностное внесение минеральных удобрений (подкормка озимой пшеницы)
Состав агрегата	МТЗ-82 + Bogballe M2 base
Вид удобрений	Аммиачная селитра
Насыпная плотность, кг/м ³	1014
Влажность удобрений, %	0,3
Гранулометрический состав, %, по размерам фракций, мм:	
0-0,25	1,1
0,25-0,5	2,1
0,5-1	17,9
1-2	70,9
2-3	8
3-5	0
Тип почвы	Чернозем
Рельеф, микрорельеф	Ровный, выровненный
Влажность почвы в слое 0-10 см, %	31,2
Твердость почвы в слое 0-10 см, МПа	0,5
Предшествующая обработка почвы	Прикатывание посевов

Таблица 4. Ширина захвата агрегата при внесении минеральных удобрений

Показатели	Значения показателей при вождении агрегата с использованием					
	сигнальщиков			систем вождения		
Номер повторности	1	2	Среднее	1	2	Среднее
Рабочая ширина захвата, м	17,1	18,7	17,9	18	17,8	17,9
Стандартное отклонение, ±м	0,15	0,20	0,175	0,07	0,08	0,075
Коэффициент вариации, %	0,85	1,1	0,98	0,39	0,45	0,42

Таблица 5. Эксплуатационно-технологические показатели разбрасывателя минеральных удобрений Bogballe M2 base [1]

Показатели	Значения показателей по результатам исследований агрегата	
	оборудованного системами параллельного вождения	с привлечением сигнальщиков
Состав агрегата	MT3-82+Bogballe M2 base	
Технологическая операция	Поверхностное внесение минеральных удобрений (подкормка озимой пшеницы)	
Рабочая (заданная) ширина внесения, м	18	
Рабочая скорость движения агрегата, км/ч	20,4	19,5
Производительность за 1 ч, га: основного времени сменного времени	36,5	34,9
	25,9	24,4
Удельный расход топлива, кг/га	0,18	0,20
Обслуживающий персонал, человек	1	
Ширина внесения удобрений (фактическая), м	17,9	17,9
Заданная доза внесения удобрений, кг/га	100	
Фактическая доза внесения удобрений на рабочей ширине внесения, кг/га	96,8	98,1
Отклонение фактической дозы внесения от заданной, %	3,2	1,9
Неравномерность распределения удобрений на рабочей ширине внесения, %	24,4	23,7

Колебание среднего значения ширины внесения при работе с сигнальщиками объясняется тем, что возможно неперпендикулярное перемещение сигнальщика относительно направления движения агрегата, приводящее к уменьшению ширины смежных проходов в пределах 1 м.

Показатели эксплуатационно-технологической оценки разбрасывателя

минеральных удобрений Bogballe M2 base приведены в табл. 5.

При рабочей скорости движения 19,5 км/ч и рабочей ширине внесения 17,9 м производительность разбрасывателя удобрений в агрегате с трактором, не оборудованным системами параллельного вождения, за 1 ч сменного времени составила 24,4 га при удельном расходе топлива 0,20 кг/га.

У агрегата MT3-82+Bogballe M2 base, оборудованного системами параллельного вождения, производительность за 1 ч сменного времени составила 25,9 га при удельном расходе топлива 0,18 кг/га. Резервом повышения производительности на 6,1% явилось использование на тракторе подруливающего устройства Trimble EZ pilot, позволяющего автоматически удерживать агрегат на прямолинейном маршруте без вмешательства механизатора. В ручном режиме вождения сложно было удерживать трактор на заданном прямолинейном курсе.

Неравномерность распределения удобрений на рабочей ширине внесения при фактической дозе внесения 98,1 и 96,8 кг/га составила соответственно 23,7 и 24,4% (по НД – не более 25%). Отклонение фактической дозы внесения удобрений от заданной в обоих вариантах составило 1,9 и 3,2%.

Из полученных данных следует, что разбрасыватель минеральных удобрений Bogballe M2 base устойчиво выполняет технологический процесс с показателями, отвечающими требованиям НД.

Анализ результатов эксплуатационно-технологической оценки показал, что для поверхностного внесения минеральных удобрений наиболее производительным является агрегат, оборудованный системами параллельного вождения.

Применение систем параллельного вождения с подруливающим устройством на агрегате MT3-82+ Bogballe M2 base дало возможность вносить удобрения в двухсменном режиме, включая ночное время работы, что позволило с учетом высокой производительности агрегата в 2 раза повысить его суточную наработку по сравнению с агрегатом, не оборудованным системами параллельного вождения, и исключить на данной операции работу двух сигнальщиков.

Список использованных источников

1. Федоренко В. Ф. Информационные технологии и интеллектуализация сельско-

го хозяйства //Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. «ИнформАгро-2012»: Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. С. 11–18.

2. **Федоренко В.Ф.** Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве: науч. анализ. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 224 с.

3. Методические рекомендации по выбору конкурентоспособных машин для возделывания зерновых и технических культур в зоне Краснодарского края. Новокубанск: Новокубанский филиал ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ), 2011. 168 с.

Experimental Studies of Elements for Precision Farming in Krasnodar Territory

V.F. Fedorenko,
I.V. Voronkov

Summary. The article discusses the results of experimental studies of parallel driving systems carried out in 2015 in Krasnodar Territory. A plan of the experimental procedure is given. A comparative analysis of the technical and operational characteristics of parallel driving systems and operational and technological evaluation of agricultural units, equipped and unequipped with the systems of parallel driving is presented.

Key words: precision farming, parallel driving system, autopilots, modern technologies in agriculture, automation of agriculture.

Информация

Выставка «ЮГАГРО» – инновации и актуальность мирового агробизнеса 24-27 ноября 2015 г. в г. Краснодаре состоялась 22-я Международная агропромышленная выставка «ЮГАГРО».

Организатор – «КраснодарЭКСПО» в составе группы компаний ITE при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, администрации и Министерства сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края.

Выставка прошла в новом ВКК «ЭкспоградЮг» и заняла 4 выставочных павильона и 2 открытые площадки общей площадью 56 тыс. м². Новейшие технологии продемонстрировали около 680 компаний из 33 стран мира и 38 регионов России.

В торжественной церемонии официального открытия выставки приняли участие: заместитель главы администрации (губернатора) Краснодарского края А.Н. Коробка, первый заместитель председателя Законодательного собрания Краснодарского края И.М. Петренко, министр сельского хозяйства Республики Адыгея Ю.Н. Петров, исполнительный директор компании «РосАгроТрейд», генеральный спонсор выставки В.М. Панасенко, президент компании «Рамо-М» А.А. Липанов, генеральный директор компании «КраснодарЭКСПО» Е.Г. Тельнова.

Тематические разделы выставки: «Сельскохозяйственная техника. Запчасти», «Агрохимическая продукция», «Оборудование для полива и орошения», «Оборудование для теплиц», «Оборудование для животноводства и птицеводства», «Ветеринарная продукция», «Оборудование для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», «Корма и добавки», «Посадочные материалы и семена».

Экспозиция выставки «ЮГАГРО» достигла рекордных масштабов. Отечественные сельхозпроизводители получили возможность наладить взаимовыгодные деловые отношения с российскими и иностранными производителями и поставщиками техники, оборудования, материалов и технологий, необходимых для расширения производства и улучшения качества сельскохозяйственной продукции.

В рамках выставки прошло более 20 конференций, круглых столов и семинаров для специалистов отрасли, а также мастер-классы и презентации на стендах экспонентов.

Основным деловым мероприятием стало пленарное заседание Международного аграрного конгресса «Импортозамещение: итоги первого года жизни в условиях продуктовых санкций», на котором были затронуты самые актуальные для профессионалов агробизнеса темы: тенденции развития основных секторов аграрного рынка – растениеводства и животноводства; проанализи-

зированы ситуации в конкретных отраслях на примере эффективно работающих предприятий, связанные с инвестициями для развития производств аграрного сектора.

Председатель комитета Государственной Думы Российской Федерации по региональной политике и проблемам Севера и Дальнего Востока Николай Харитонов сообщил, что поддержка со стороны государства для аграриев будет расти во многом благодаря задаче по обеспечению импортозамещения продукции. На реализацию данной госпрограммы в проекте федерального бюджета предусмотрено более 230 млрд руб.

В рамках выставки прошли следующие мероприятия: круглый стол «Условия обеспечения устойчивого развития сельских территорий», где эксперты поделились опытом решения проблем развития сельских территорий, обсудили аспекты подготовки кадров для сельской местности и возникающие сложности закрепления их на селе; конференция по вопросам развития рисоводства на Кубани, на которой специалисты обсудили достижения и перспективы рисовой отрасли региона.

В 2015 г. в целях содействия модернизации экономики и инновационному развитию сельского хозяйства на выставке впервые был организован специальный раздел «Инновационные и инвестиционные проекты в АПК», где были представлены инновационные проекты и научные разработки для агропромышленного комплекса.

Продвижению инновационных разработок в этой области способствовала работа Информационного центра Минсельхоза России, осуществляемая ФГБНУ «Росинформагротех». На стенде была представлена научная, прогнозно-аналитическая информация по вопросам повышения конкурентоспособности АПК России за счет ускоренного перевода сельского хозяйства на новую технологическую основу, реализации инновационных проектов в различных отраслях АПК, а также информация о применении ресурсосберегающих технологий в растениеводстве и энергосберегающих – в животноводстве, о перспективных направлениях развития АПК, правовых и законодательных документах в этой сфере. По завершении мероприятий Информационному центру Минсельхоза России был вручен сертификат за актуальность и профессионализм представленной экспозиции.

О.В. КОНДРАТЬЕВА, О.В. СЛИНЬКО
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

14-я Международная выставка
оборудования и технологий
для животноводства, молочного
и мясного производств

**1–4 марта
2016 года**

Москва, МВЦ «Крокус Экспо»



Подробнее о выставке:
md-expo.ru

Одновременно с выставками:



19-я Международная выставка
пищевых ингредиентов



6-я выставка оборудования,
продукции и услуг для ресторанов,
кафе и пекарен



Организатор
Группа компаний ITE
Тел.: +7 (495) 935-81-40
e-mail: md@ite-expo.ru

УДК 631.372

Исследование тягово-сцепных свойств энергетических средств в зависимости от залипания протектора колёсного движителя

С.В. Щитов,

д-р техн. наук, проф., проректор по учебной и воспитательной работе
(ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»),
shitov.sv1955@mail.ru

В.Г. Евдокимов,

д-р техн. наук, проф.
(Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище),
evdokimov.dvku@mail.ru

Е.Е. Кузнецов,

канд. техн. наук, доц.,
ji.tor@mail.ru

С.А. Рыбаков,

соискатель,
ribakovsa@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «Дальневосточный ГАУ»)



Аннотация. Приведено выражение, полученное в результате теоретических исследований, которое позволяет определить силу сопротивления движению, возникающую от залипания движителя почвой. Предложено устройство для очистки рисунка протектора колёсного движителя универсально-пропашного трактора в движении.

Ключевые слова: тягово-сцепные свойства, энергетическое средство, сопротивление, почва, липкость, касательная сила тяги, мощностные показатели.

Тягово-сцепные свойства любой мобильной машины проявляются в результате взаимодействия его движителей с опорной поверхностью, во многом зависят от физико-механических, технологических свойств почвы и в значительной степени определяют агротехнические и технико-экономические показатели энергетического средства. Почвенный слой представляет собой верхний плодородный слой земли, состоящий из твердых минеральных частиц органического происхождения, между которыми находятся поры, заполненные влагой и воздухом. Таким образом, почва является не только основанием, по которому движется энергетическое средство, но и средой для произрастания сельскохозяйственных культур. При движении трактора по полю в результате взаимодействия движителя с почвой происходит изменение ее физико-механических свойств, что в конечном итоге сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур. К механическим свойствам, наиболее существенно влияющим на тягово-сцепные свойства трактора, относится сопро-

тивление почвы сжатию и сдвигу. При взаимодействии движителей трактора с почвой происходит ее смещение в разных направлениях. Глубина колеи, буксование и сила сцепления движителей с почвой зависят от ее способности сопротивляться нормальным и касательным деформациям [1, 2].

Как известно, тягово-сцепные свойства принято характеризовать тремя основными коэффициентами: сцепления, сопротивления перекачиванию и буксования. Обобщающим показателем, характеризующим тягово-сцепные свойства энергетического средства, является КПД движителя [3].

При движении колесной машины часть мощности, подводимой к ведущим колесам, затрачивается на преодоление внутренних и внешних потерь:

$$P_f = P_{f1} + P_{f2} + P_{f3}, \quad (1)$$

где P_{f1} – сила сопротивления качению эластичного колеса, обусловленная деформацией шины;

P_{f2} – сила сопротивления движению, обусловленная деформацией почвы;

P_{f3} – сила сопротивления движению, обусловленная липкостью почвы.

В общем случае сопротивление движению вследствие внутренних потерь рассчитывается по формуле [4, 3]

$$P_f = \vartheta_{ш} \frac{G_k^2}{4\pi^2 P_{\omega}^2 r_c^3 \left(\frac{\pi\alpha}{180^\circ} - \sin \alpha \right)}, \quad (2)$$

где $\vartheta_{ш}$ – коэффициент пропорциональности;

G_k – вертикальная сила, действующая на колесо, Н/м;

P_{ω} – давление воздуха в шине, МПа;

r_o – свободный радиус ненагруженного колеса, м;
 r_c – радиус поперечного сечения шины, м;
 α – угол охвата опорной поверхности шины грунтом.

Как показывают исследования [3-5], затраты мощности на деформацию шины в случае качения эластичного колеса по деформируемой поверхности составляют не более 5-6 % общих потерь.

В то же время силу сопротивления перекачиванию колеса в зависимости от физико-механических свойств почвы в условиях Амурской области можно определить по выражению [2]

$$P_{fn} = c_0 b \int_0^h dh \int_0^{\psi_x} h d\psi_x, \quad (3)$$

где c_0 – коэффициент объемного смятия почвы;
 dh – элементарное перемещение почвы по направлению вектора;

h – глубина колеи;

ψ_x – угол поворота колеса.

При качении колеса по поверхности почвы в случае присутствия липкости возникают дополнительные силы:

- сила сопротивления при скольжении колеса по поверхности почвы;
- сопротивление, возникающее при отрыве почвы от находящегося в контакте с ней колеса.

Сопротивление скольжению от прилипания можно определить по формуле [1]

$$R_{np} = p_0 \cdot S + p \cdot N \cdot S, \quad (4)$$

где p_0 – коэффициент удельного прилипания при отсутствии нормального давления со стороны движителя, Па;

p – коэффициент удельного прилипания, вызываемого нормальным давлением движителя, см²;

S – площадь контакта поверхности движителя с почвой, см²;

N – сила нормального давления, Н.

Сравнивая между собой две силы, необходимо отметить, что законы трения и прилипания имеют существенные различия.

Прилипание в отличие от трения зависит не только от нормального давления и свойств материалов движителя, но и от площади контакта и проявляется даже при отсутствии нормального давления N . Липкость почвы зависит от механического состава (дисперсности), влажности, материала рабочей поверхности движителя и удельного давления. С увеличением дисперсности липкость возрастает, поэтому глинистые почвы более липкие, чем песчаные. Соответственно бесструктурные почвы более липкие, чем структурные.

Выражение (4) будет справедливо для движителя, имеющего плоскую поверхность контакта с почвой, т.е. гусеничного. В случае контакта с почвой колесного движителя возникают дополнительная сила трения и липкость о боковые грани почвозацепа:

$$R_{npd} = P_0 \cdot S_\delta + P \cdot N \cdot S_\delta, \quad (5)$$

где S_δ – площадь контакта почвы с боковыми гранями почвозацепа.

С учетом выражений (4), (5) общая сила сопротивления от залипания будет равна:

$$P_{np} = R_{np} + P_{npd}, \quad (6)$$

или

$$P_{np} = P_0 \cdot S + P \cdot N \cdot S + P_0 \cdot S_\delta + P \cdot N \cdot S_\delta. \quad (7)$$

Искомая площадь общей поверхности колёсного движителя вычисляется на основе теории кратных интегралов [1]:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_a^b dx \int_{f_1(x)}^{f_2(x)} f(x, y) dy.$$

В данном случае область D задается неравенствами:

$$\begin{cases} 0 \leq x \leq \frac{b}{2}, \\ \sqrt{r_{шины}^2 - x^2} \leq y \leq \sqrt{R_{колеса}^2 - x^2}. \end{cases}$$

На основании свойств двойного интеграла можно записать

$$S = \iint_D dx dy,$$

или с учетом приведенного выше получим выражение для определения площади общей поверхности колёсного движителя:

$$S = \iint_D dx dy = \int_0^{\frac{b}{2}} dx \int_{\sqrt{r_{шины}^2 - x^2}}^{\sqrt{R_{колеса}^2 - x^2}} dy.$$

При вычислении площади искомой фигуры осуществим переход в полярную систему координат.

Пусть область D ограничена линиями $\rho_1 = \rho_1(\varphi)$, $\rho_2 = \rho_2(\varphi)$ и лучами $\varphi_1 = \alpha$, $\varphi_2 = \beta$, где ρ и φ – полярные координаты точки на плоскости, связанные с ее декартовыми координатами x и y следующими соотношениями:

$$\begin{cases} x = \rho \cos \varphi, \\ y = \rho \sin \varphi. \end{cases}$$

В этом случае

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_D f(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) \rho d\rho d\varphi =$$

$$= \int_{\alpha}^{\beta} d\varphi \int_{R_{внутрен}(\varphi)}^{R_{внеш}(\varphi)} f(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) \rho d\rho.$$

В результате преобразований получим выражение для определения площади общей поверхности колёсного движителя:

$$S = \int_{\alpha}^{\beta} d\varphi \int_{R_{внутрен}(\varphi)}^{R_{внеш}(\varphi)} \rho d\rho.$$

Нижней границей искомой фигуры является сегмент внешней части шины, задаваемый уравнением окружности с радиусом $r_{шины}$:

$$x^2 + y^2 = r_{\text{шины}}^2.$$

Верхней границей является сегмент области колеса, задаваемый уравнением окружности с радиусом $r_{\text{колеса}}$:

$$x^2 + y^2 = R_{\text{колеса}}^2.$$

В этом случае уравнения окружностей при переходе из декартовых координат в полярные имеют вид:

● для сегмента внешней части шины:

$$\rho^2 \cos^2 \varphi + \rho^2 \sin^2 \varphi = r_{\text{шины}}^2$$

$$\rho^2 (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) = r_{\text{шины}}^2$$

$$\rho^2 = r_{\text{шины}}^2$$

$$\rho = r_{\text{шины}};$$

● для сегмента области колеса:

$$\rho^2 \cos^2 \varphi + \rho^2 \sin^2 \varphi = R_{\text{колеса}}^2$$

$$\rho^2 (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) = R_{\text{колеса}}^2$$

$$\rho^2 = R_{\text{колеса}}^2$$

$$\rho = R_{\text{колеса}}.$$

На основании технических данных заднего колеса трактора МТЗ-80 область, площадь которой требуется найти, заключена между двумя лучами [5]:

$$\varphi_1 = 0 \text{ и } \varphi_2 = \frac{\pi}{4}.$$

Таким образом, площадь искомой фигуры вычисляется по формуле

$$S_{\delta} = \int_0^{\frac{\pi}{4}} d\varphi \int_{r_{\text{шины}}}^{R_{\text{колеса}}} \rho d\rho. \quad (8)$$

Площадь, заключенную между грунтозацепами, можно определить по выражению [5]

$$S = n_r \cdot l_r(t - b_r), \quad (9)$$

где n_r – количество грунтозацепов, шт.,
 l_r – длина одного грунтозацепа, м, t – шаг, м,
 b_r – ширина грунтозацепа, м.

Решив совместно уравнения (7), (8) и (9), получим:

$$\begin{aligned} P_{np} &= P_0 \cdot S + P \cdot N \cdot S + P_0 \cdot S_{\delta} + P \cdot N \cdot S_{\delta} = \\ &= P_0 \cdot n_r \cdot l_r(t - b_r) + P \cdot N \cdot n_r \cdot l_r(t - b_r) + \\ &+ P_0 \cdot \int_0^{\frac{\pi}{4}} d\varphi \int_{r_{\text{шины}}}^{R_{\text{колеса}}} \rho d\rho + P \cdot N \cdot \int_0^{\frac{\pi}{4}} d\varphi \int_{r_{\text{шины}}}^{R_{\text{колеса}}} \rho d\rho. \end{aligned} \quad (10)$$

Полученное в результате теоретических исследований выражение позволяет определить силу сопротивления движению, возникающую от залипания движителя почвой.

С учетом результатов данных исследований с целью снижения залипания движителя почвой было разработано устройство [6], которое позволяет наиболее полно очистить рисунок протектора колёсного движителя от почвы (см. рисунок).

Снижение влияния залипания движителей позволяет в конечном итоге повысить касательную силу тяги за счет большей площади контакта между поверхностью движителя и почвой.



Устройство для очистки рисунка протектора движителя от почвы

Список использованных источников

1. Емельянов А. М., Носовцев Г.М., Аникин К.В. Выбор закономерностей деформации переувлажнённых почв Дальнего Востока //Сб. науч. тр. ДальНИПТИМЭСХ. Благовещенск, 2000: Перспективы развития комплексной механизации АПК Дальнего Востока. С. 108-116.
2. Щитов С.В. Пути повышения агротехнической проходимости колёсных тракторов в технологии возделывания сельскохозяйственных культур Дальнего Востока: дис... д-ра техн. наук: 05.20.01. Благовещенск, 2009. 325 с.
3. Гуськов В. В. Тракторы. Минск: Высшая школа, 1977. 384 с.
4. Баранский А.Н. Улучшение эксплуатационных показателей и использования колёсных тракторов. Минск.: Урожай, 1968. 255 с.
5. Скотников В.А., Пономарев А.В., Климанов А.В. Проходимость машин. Минск: Наука и техника, 1982. 328 с.
6. Устройство для очистки рисунка протектора колёсного движителя универсально-пропашного трактора в движении: пат. № 2487805 Рос. Федерация /Щитов С.В., Кузнецов Е.Е.; заявитель и патентообладатель – Дальневосточный ГАУ. заявл. 13.09.2011, зарегистрир. 20.03.2013., опубл. 20.07.2013, Бюл. № 20. 9 с.

Research of Traction Characteristics of Tractors Depending on Sticking of Soil to Treads of Wheeled Mover

S.V. Shchitov, V.G. Evdokimov,
E.E. Kuznetsov, S.A. Ribakov

Summary. The article presents the expression obtained as a result of theoretical studies. This expression enables to determine the running resistance force arising from sticking of soil to treads of a mover. A device for cleaning of a tread pattern of a universal row-crop wheeled tractor in motion is proposed.

Key words: traction characteristics, tractor, resistance, soil, stickiness, tangential traction effort, power characteristics.

15-18 МАРТА
УФА-2016

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ

АГРОКОМПЛЕКС

www.agrobvk.ru

**XXVI МЕЖДУНАРОДНАЯ
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА**



МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ:
ВДНХ ЭКСПО
ул. Менделеева, 158



CLAAS JAGUAR с новой зернодробилкой MCC SHREDLAGE: больше молока и здоровое поголовье

Компания CLAAS эксклюзивно предлагает технологию SHREDLAGE – инновацию в области заготовки длинно-измельченной кукурузы на силосоуборочном комбайне CLAAS JAGUAR. Технологии и результаты ее использования на практике были представлены на выставке Agritechnica в ноябре этого года в Ганновере.



Технология заготовки кукурузного силоса SHREDLAGE широко используется в США и предполагает более грубое измельчение кукурузы – на длину 26-30 мм. Оптимальный результат обеспечивается за счет последующей обработки массы в зернодробилке SHREDLAGE, рабочие органы которой, выполненные с противоходной спиральной канавкой, полностью измельчают стержни початков и растирают зерно. При этом стебли эффективно расщепляются на волокнистую массу, а благодаря специальной структуре валцов удаляется оболочка.

Интенсивное измельчение материала позволяет многократно увеличить его поверхность, что существенно улучшает бактериальную ферментацию при силосовании и прежде всего при переваривании в рубце желудка коровы.

Исследования, проведенные Университетом штата Висконсин (США) в 2012 г., показали, что технология SHREDLAGE позволяет существенно увеличить структурное действие кукурузного силоса в рубце животного и одновременно улучшить доступ-

ность крахмала, содержащегося в растительной части. Благодаря этому прирост ежедневных надоев в исследуемых стадах составил до 2 л на одну корову. Кроме того, легкоусвояемая структура силоса оказала положительное влияние на здоровье поголовья.

Помимо повышения надоев и улучшения здоровья скота, технология SHREDLAGE дает производителям молока и другие преимущества. Благодаря оптимальному расщеплению крахмала удалось снизить количество корма при одновременном увеличении надоев. Также можно ограничить добавление таких структурных компонентов, как солома или вовсе обойтись без них, что несет существенный потенциал для экономии.

Современные требования к длине резки и заготовке кукурузного силоса значительно разнятся в зависимости от страны, предприятия и его деятельности. Диапазон резки может быть от сверхкороткого – 3,5-12 мм до технологии SHREDLAGE – более 25 мм. С этой точки зрения все технологии можно разделить на три группы.

Требование 1: мелкоизмельченный силос

Силос длиной 3,5-12 мм называют мелкоизмельченным. Он используется в качестве сырья для биогазовых установок и в кормлении молочного и мясного скота. Для этих целей требуется однородный, короткий растительный материал с мелкой структурой. Расщепление зерна также должно соответствовать высокому стандарту. Такой силос с низким структурным действием используется прежде всего для получения биогаза. Если он применяется в качестве корма для скота, его необходимо дополнить альтернативными носителями структуры в достаточном количестве.

Требование 2: крупноизмельченный силос

Классический длинный силос (12-22 мм) уже много лет используется во многих странах. Здесь, помимо расщепления зерна, имеет значение улучшенное структурное действие, но разные компоненты корма не подвер-





гаются такому интенсивному расщеплению на волокна, как в технологии SHREDLAGE. Однако и крупнофракционный силос имеет ярко выраженное структурное действие, способствующее процессу пережевывания.

Требование 3: SHREDLAGE

SHREDLAGE – относительно молодая технология кормопроизводства родом из Северной Америки. Измельченная растительная масса имеет очень грубую структуру – до 30 мм. Благодаря высокому расщеплению зерна (вплоть до усиленного растирания) увеличивается доля доступного в рубце крахмала как носителя энергии. Кроме того, происходит интенсивная продольная обработка структуры стержней початков с целью значительного усиления структурного действия силоса и улучшения процесса пережевывания.

Компания CLAAS готова предложить оптимальное решение для любых требований, пополнив в этом году ассортимент зернодробилок системой MCC SHREDLAGE, которая послужит интересным дополнением для молочных ферм с собственным парком техники. Концепция CLAAS MULTI CROP CRACKER (MCC) с уни-

версальным корпусом зернодробилки и быстросменными вальцами в перспективе будет включать и уже зарекомендовавшую себя систему MCC CLASSIC, рассчитанную на заготовку мелкоизмельченного силоса длиной 3,5-12 мм. Еще одно дополнение от компании CLAAS – заново разработанная система дробления зерна MCC MAX, не требующая замены валков. Система актуальна с учетом растущего спроса на крупноизмельченный силос. Она обеспечивает интенсивную заготовку измельченной массы разной длины в широком диапазоне – 7-22 мм, что делает этот исключительно универсальный вариант зернодробилки идеальным для подрядных компаний, обслуживающих разные хозяйства.

Инновационные рабочие сегменты с комбинируемыми участками трения и резки, а также разность частот вращения в 30% обеспечивают более интенсивный эффект трения, а также дополнительный эффект резки, что ранее было невозможным. Таким образом, основными преимуществами MCC MAX являются гибкость применения в значительном диапазоне длин измельчения, более интенсивная обработка и ярко выраженный структурный эффект.

MCC SHREDLAGE соответствует требованиям одноименной стратегии кормления. Элементы вальцов с пилообразным профилем и спиральной канавкой по периметру, схема зубьев 110/145, а также разность частот вращения в 50% гарантируют расщепление растительной массы, способствующее росту молочной и мясной продуктивности животных. В зависимости от сухой массы длина резки может составлять от 26 до 30 мм. В более высоком диапазоне сухой массы длина резки может быть более низкой – до 21 мм. SHREDLAGE – это длинноизмельченный кукурузный силос, подвергшийся специальной обработке. Такого рода обработка возможна только благодаря использованию оригинальных валков зернодробилки SHREDLAGE.

Силосоуборочные комбайны JAGUAR с новой зернодробилкой SHREDLAGE уже нашли своих покупателей в США и Германии. После выставки Agritechnica интерес к этой концепции проявили и другие страны, в том числе Россия. С 2016 г. MCC SHREDLAGE и MCC MAX опционально устанавливаются на мод. JAGUAR 900. Рассматривается и возможность выхода данных технологий на российский рынок.

На правах рекламы.



УДК 633.521:361.358

Интенсификация процесса вспушивания лент льна

М.М. Ковалёв,

д-р техн. наук, директор,

Г.А. Перов,

канд. техн. наук, зав. отделом,

М.Г. Перов,

ст. науч. сотр.

(ФГБНУ ВНИИМЛ),

vniiml1@mail.ru

Аннотация. Предложена инновационная конструкция прутковых зубьев. Проведён теоретический анализ процесса вспушивания лент льна разработанными рабочими органами, определены в полевых условиях показатели качества работы вспушивателей с новыми прутковыми зубьями.

Ключевые слова: льносолома, льнотреста, вспушиватель лент льна, зубья, кинематический режим, скорость.

Получение льняного луба (далее – луб) и льноволокна (далее – волокно) обеспечивается переработкой льносоломы (далее – солома) и льнотресты (далее – треста) на поточных линиях льнозаводов. Для получения высококачественного луба и волокна необходима переработка соломы и тресты высокого качества путем последовательного выполнения ряда технологических операций, основной из которых является вспушивание лент льна.

Задача процесса вспушивания – обеспечение полного отрыва ленты льна от поверхности почвы с минимальным повреждением стеблей в разных условиях уборки. Поэтому одним из основных критериев оценки технического уровня создаваемых вспушивателей является эффективность воздействия прутковых зубьев на ленты соломы и тресты.

От правильного выбора параметров и режимов рабочих органов зависят не только показатели качества работы, но и производительность вспушивателей, что приобретает особую важность в условиях жесткой конкуренции на внутреннем и внешнем рынках. Поэтому повышение эффективности работы вспушивателей лент льна в разных условиях проведения уборочных работ для сохранения качества выращенного урожая и увеличения сборов льнопродукции является приоритетной задачей.

Процесс вспушивания лент льна изучался многими исследователями [1–4]. При этом результаты исследований рабочих органов вспушивателя в работе, выполненных в виде прутковых зубьев, расположенных у основания радиально, с дугообразными рабочими концами изложены в работе [1]. Показано, что криволинейные зубья, перекачиваясь по лентам соломы и тресты, вначале тыльной стороной надавливают на стебли льна и только затем входят в ленту.



В работах [2, 3] рассмотрены динамические особенности взаимодействия прутковых зубьев с лентой стеблей. Показано, что для повышения эффективности работы вспушивателя прутковые зубья должны быть выполнены в форме эвольвенты.

Проведенные исследования и производственная практика позволили выработать требования к разрабатываемым вспушивателям, а производителям – разработать регламентированные режимы по их наладке и эксплуатации. Вместе с тем была установлена необходимость повышения эффективности работы вспушивателей в трудных условиях уборки (на лентах, прибитых дождем к почве и проросших травой) для сохранения качества льносырья и уменьшения потерь урожая.

Целью исследования явилось изыскание путей интенсификации технологического процесса вспушивания лент льна и технических средств для их реализации. Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать инновационные технические решения для интенсификации процесса вспушивания лент льна в трудных условиях уборки;
- провести анализ процесса вспушивания лент разработанными рабочими органами;
- определить в полевых условиях показатели качества работы вспушивателя с новыми рабочими органами.

Анализ априорной информации и результатов теоретических и экспериментальных исследований позволил наметить основные пути дальнейшего совершенствования вспушивателей, реализация которых позволила бы повысить показатели качества их работы в трудных условиях уборочных работ. Установлено, что одним из основных направлений совершенствования работы вспушивателей в трудных условиях проведения работ является обоснование и разработка инновационных прутковых зубьев с минимальным воздействием их на ленту льна и обеспечением требуемой чистоты подбора стеблей [5, 6]. Конструктивно-технологическая схема вспушивателя с инновационными прутковыми зубьями показана на рис.1.

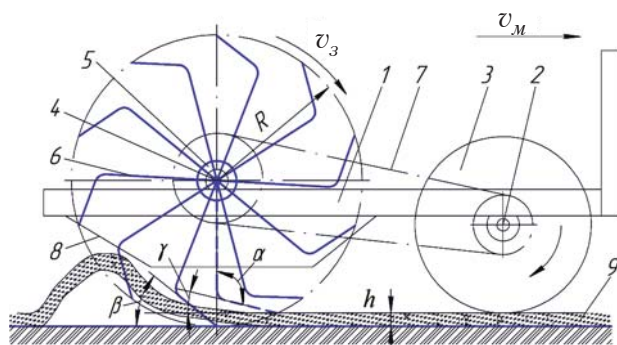


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема вспушвателя лент льна с инновационными прутковыми зубьями:

- 1 – рама; 2 – вал; 3 – опорные колеса;
- 4 – вал зубчатых дисков; 5 – зубчатые диски;
- 6 – прутковые зубья; 7 – цепная передача;
- 8 – съемная решетка; 9 – лента льна;
- α – угол между радиальной прямой и прямолинейным концом зуба;
- β – начальный угол подъема стеблей;
- γ – угол вхождения зуба в ленту;
- h – высота ленты до вспушивания;
- R – радиус окружности вращения конца зуба

Вспушватель лент льна содержит раму 1, на которой горизонтально и перпендикулярно направлению движения машины установлены вал 2 с опорными приводными колесами 3 и вал 4 с параллельно установленными зубчатыми дисками 5, в которых закреплены пружинные прутковые зубья 6. Валы 2 и 4 связаны между собой посредством цепной передачи 7.

Профиль зуба определяется из условия, что с момента соприкосновения зуба с лентой (рис. 2, точка А) и в течение времени его входа в ленту, а также во время её отрыва от льнища (рис. 2, точка В) давление тыльной стороны зуба на стебли отсутствует. Выполнение этого требования обеспечивается, если между нормалью $n-n$, проведенной по линии прямолинейного участка конца зуба, и лентой стеблей будет выполняться условие $0 < \gamma < 90^\circ$ (рис. 2). Кроме того, для увеличения чистоты подбора (отрыва) ленты от льнища и повышения качества вспушивания проросших травой лент необходимо ее наиболее интенсивное перемещение в вертикальном направлении. Это достигается увеличением угла β подъема зуба. На практике при эксплуатации вспушвателей лент льна начальный угол β, обеспечивающий наилучший отрыв ленты стеблей от льнища, составляет $20-30^\circ$ [7-9].

Как видно из рис. 2, угол β подъема зуба зависит от угла γ вхождения зуба в ленту; угол γ между нормалью $n-n$, проведенной по линии прямолинейного участка конца зуба, и лентой стеблей равен

$$\gamma = \beta - \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right), \quad (1)$$

где h – толщина ленты льна;

R – радиус окружности вращения конца зуба.

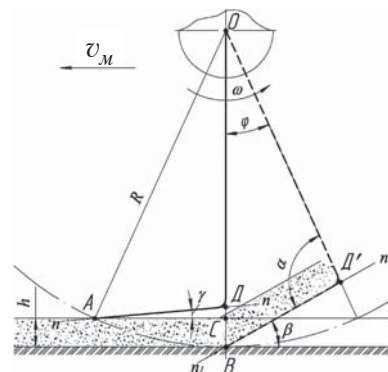


Рис. 2. Схема к обоснованию формы зуба

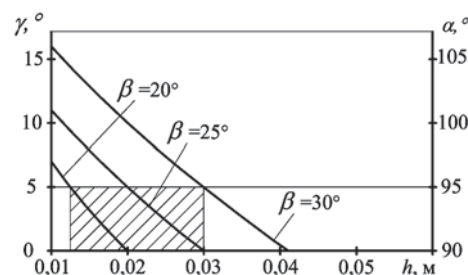


Рис. 3. Зависимость изменения углов γ и α от толщины h ленты и угла подъема β

С учетом выражения (1) угол α между радиальной прямой OD' и прямолинейным участком BD' зуба будет равен $\frac{\pi}{2} + \gamma$ или

$$\alpha = \frac{\pi}{2} + \beta - \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right) = \beta + \arcsin \left(1 - \frac{h}{R} \right). \quad (2)$$

По полученным уравнениям (1) и (2) при $R = 0,335$ м для различных значений h и β построены углы вхождения зуба в ленту γ (рис. 3).

Как видно из рис. 3 (заштрихованная область), угол α, определяющий форму зуба, будет равен $95-97^\circ$. При этих значениях угла α подбирающий рабочий орган вспушвателя будет работать на лентах толщиной $h \leq 0,03$ м и угле подъема зуба $\beta = 20-30^\circ$ [8-10].

Характер воздействия зубьев рабочего органа на сдвигаемую ленту стеблей зависит от показателя λ кинематического режима вспушвателя льна:

$$\lambda = v_3/v_M, \quad (3)$$

где v_3 – окружная скорость концов зубьев вспушвающего аппарата;

v_M – скорость оси O_1 вспушвателя.

Чем больше скорость концов зубьев v_3 и меньше скорость вспушвателя v_M , тем выше показатель λ.

Из уравнения (3) следует, что лента льна в процессе подбора и вспушивания утолщается, так как скорость концов пальцев меньше скорости вспушвателя. При разработке вспушвателя необходимо стремиться к увеличению отношения v_3/v_M , значение которого установлено опытным путем и составляет для вспушвателей лент льна $0,71-0,83$ [1].

Для определения показателя λ кинематического режима проведем систему координат xOy с началом в точке O пересечения поверхности поля с вертикалью, проведенной через центр O_1 (рис. 4): ось Ox проведем вправо, а ось Oy направим вверх. Тогда скорость v_3 , равная скорости v_M концов B зубьев, будет равна ωl_{O_1B} , а скорость v_M равна скорости v_{O_1} . С учетом этого выражение для определения показателя кинематического режима примет вид:

$$\lambda = \omega l_{O_1B} / v_{O_1}, \quad (4)$$

где ω – угловая скорость вращения рабочего органа; l_{O_1B} – радиус (R) рабочего органа по концам криволинейных зубьев.

Для схемы на рис. 4 координаты x и y любой точки B конца зуба будут определяться следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} x &= B_O B = B_O B' + B' B = l_{O_1B} \sin \alpha + v_M t; \\ y &= l_{O_1B} - l_{O_1B} \cos \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где $\alpha = \omega t$; t – время.

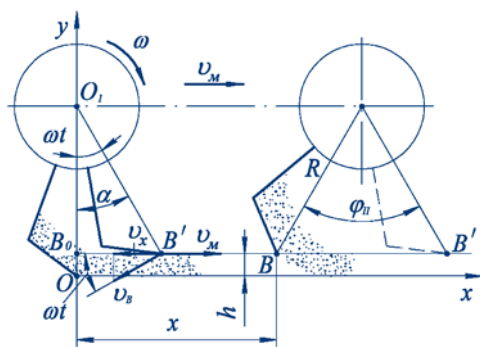


Рис. 4. Схема к определению параметров вспушвателя

Из выражения (4) следует, что $l_{O_1B} = v_M \lambda / \omega$. С учетом этого равенства из выражения (5) получаем:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{v_M \lambda}{\omega} \sin \omega t + v_M t; \\ y &= \frac{v_M \lambda}{\omega} (1 - \cos \omega t). \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

На рис. 5 с учетом уравнений (6) представлены направления векторов переносной v_M (или v_{O_1}), относительных (v_A и v_B) и абсолютных (v_{A0} и v_{B0}) скоростей точек зубьев в зоне их взаимодействия со стеблями при различных показателях λ кинематического режима и разных положениях зуба. Из анализа характера изменения направления векторов следует, что с уменьшением показателя λ увеличиваются время воздействия зуба на стебли и нагрузка на зубья, что улучшает условия отрыва стеблей от льнища. Для нового вспушвателя рациональными являются значения $\lambda = 0,75-0,85$ [5].

Анализ уравнений (6) показывает, что в процессе вспушивания стеблей в ленте происходит утолщение слоя, что приводит к некоторому укорочению ленты. Разделив в первом уравнении (6) первое слагаемое на второе, получим коэффициент K_y укорочения ленты:

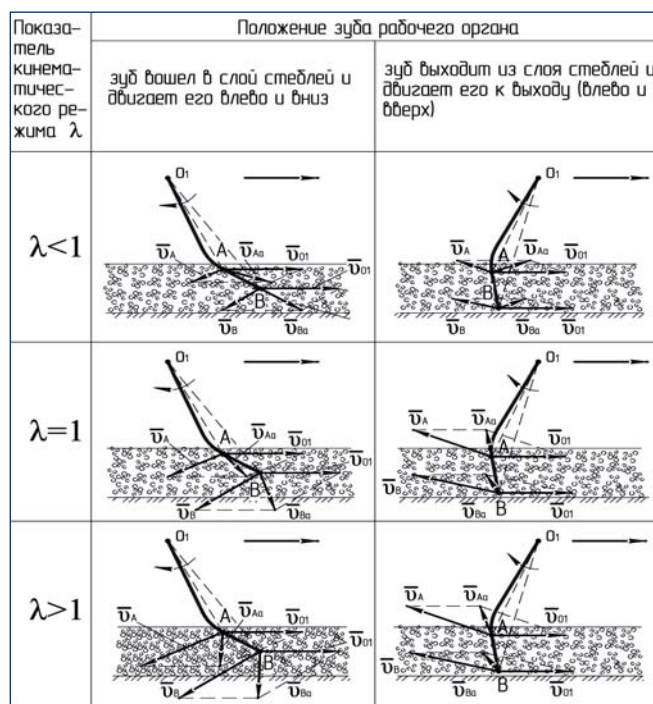


Рис. 5. Направления векторов скоростей точек зубьев вспушвателя при различных показателях λ кинематического режима

$$K_y = (v_M \lambda \sin \omega t) / (v_M \omega t) = \lambda \sin \omega t / \omega t. \quad (7)$$

Из выражения (7) следует, что с ростом λ коэффициент K_y возрастает.

Путем подстановки значения λ из выражения (3) в выражение (7) и проведения соответствующих преобразований получим:

$$K_y = l_{O_1B} \sin \omega t / v_M t. \quad (8)$$

Принимая в уравнениях (6) $x = S$, а $y = h$, имеем:

$$\left. \begin{aligned} S &= \frac{v_M \lambda}{\omega} \sin \omega t + v_M t; \\ h &= \frac{v_M \lambda}{\omega} (1 - \cos \omega t). \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Качественное вспушивание стеблей обеспечивается при условии, что путь, пройденный вспушивателем за один оборот барабана, не превышает той длины ленты, которую он способен захватить, $v_M t < ks$ (здесь $v_M = \text{const}$ – скорость машины; $k = 2\pi/\varphi_n$ – количество зубьев в одном ряду; s – длина вспушивания одним зубом; φ_n – угол поворота зуба на длине вспушивания). Оптимальная частота n вращения барабана определяется отношением $n > 60v_M / ks$. Угол φ_n определяется как функция h и l_{O_1B} :

$$\varphi_n = \arcsin(\sqrt{2hl_{O_1B}} - h^2 / l_{O_1B}). \quad (10)$$

где l_{O_1B} – длина зуба.

Полученные зависимости показывают, что между окружной скоростью v_3 концов зубьев и скоростью v_M



а



б

Рис. 6. Вспушиватель ВЛЛ-3 в агрегате с трактором МТЗ-80:

а – общий вид;

б – в работе

машины существует линейная связь. Поэтому целесообразно привод барабана вспушивателя осуществлять непосредственно от двигателя машины, а не от ВОМ трактора.

Исходя из изложенного для обеспечения качественного выполнения технологического процесса вспушивания лент стеблей и повышения надежности работы разработанных зубьев была принята технологическая схема навесного вспушивателя лент с приводом рабочих органов от копирующих ходовых колес, обеспечивающих минимальный контакт зубьев с землей. В новом вспушивателе лент льна предложенные зубья изогнуты под тупым углом, что обеспечивает отсутствие давления тыльной стороны зуба на ленту стеблей в процессе вспушивания. Общий вид вспушивателя ВЛЛ-3 показан на рис 6а, в работе – на рис. 6б.

Лабораторно-полевые опыты проводились в четырехкратной повторности (табл. 1) путем агрегатирования (навески) вспушивателя ВЛЛ-3 с трактором МТЗ-82 на скоростях

Таблица 1. Условия испытаний вспушивателя лент льна с инновационными прутковыми зубьями

Показатели	Значение показателей	
	по ТЗ	в условиях испытаний
Культура, сорт	Лен-долгунец	Лен-долгунец «Могилевский-2»
Состав агрегата	Трактор кл. 14 кН	МТЗ-80.1+ВЛЛ-3
Микрорельеф	Без развальных борозд и свальных гребней	Вывороченный
Влажность почвы в слое 0-10 см, %	До 35	26,04
Твердость почвы в слое 0-10 см, МПа	0,2-2	0,94
Размер камней, мм	Не более 50	40
Вид технологического материала	Льнотреста	Льнотреста
Норма расстила по сухому материалу в ленте, кг/м	Не более 1,5	0,89
Ширина лент льна, м	Не более 1,5	1,4-1,5
Диаметр стеблей, мм	0,6-3	1,1-1,5
Влажность стеблей, %	Не более 60	11,1
Засоренность лент льна сорняками, %	Не более 30	29,7
Расстояние между лентами, см	Не допускается перекрытие лент	30-35

Таблица 2. Показатели качества работы вспушивателя лент льна с инновационными прутковыми зубьями

Показатели	по ТЗ	Значение показателей			
		по данным испытаний			
		1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант
Рабочая скорость движения, км/ч	15 – 25	15	20	25	30
Рабочая ширина захвата, м	4,5 (3 ленты)	4,5	4,5	4,5	4,5
Полнота вспушивания	Не менее 0,95	1,97	1,84	1,89	2,16
Повреждения стеблей, влияющие на выход длинного волокна, %	Не более 1,5	0,364	0,727	0,875	0,5
Увеличение растянутости стеблей во вспушенной ленте, %	Не более 1,5	0,97	0,83	0,90	1
Увеличение неравномерности расстила ленты, %	Не более 10	–	–	–	–
Увеличение угла отклонения стеблей в ленте, град.	Не более 8	6	7,9	7,8	5,3
Увеличение разрывов в ленте по сравнению с исходной, %	Не более 2,5	Нет	Нет	Нет	Нет

15-25 км/ч (4,2-5,6 м/с). Отбор проб и проведение замеров, а также обработку опытных данных проводили по методике испытания на машиноиспытательных станциях [10].

Показатели качества работы вспу-

шивателя лент льнотресты ВЛЛ-3 приведены в табл. 2.

Анализ результатов испытаний показал, что показатели качества работы вспушивателя лент льна ВЛЛ-3 соответствуют ТЗ.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что показатели качества работы впускивателей лент льна при работе в трудных условиях уборки не удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям.

Для повышения эффективности технологического процесса впускавания лент льна разработаны инновационные прутковые зубья, выполненные от основания по радиальным прямым, сопряженным с загнутыми прямолинейными концами, а угол, определяющий форму зуба между радиальной прямой и его прямолинейным концом, выполнен тупым.

Проведен теоретический анализ процесса впускавания лент льна разработанными прутковыми зубьями. Получены зависимости (1), (2), (6), (8), (10) для определения параметров и режимов работы.

Определены показатели качества работы впускавателя лент льна ВЛЛ-3 в различных полевых условиях, из которых следует, что они удовлетворяют техническому заданию на рабочих скоростях агрегата до 25 км/ч (5,6 м/с).

Список использованных источников

1. Павлов С.Б. Обоснование технологического процесса и параметров рабочих органов для ворошения лент льна: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Рязань, 1993. 19 с.
2. Ковалев М.М. Инновационные решения для подбора лубяных культур без ударного воздействия на стебли // Тракторы и сельхозмашины. 2009. № 4. С. 46-48.
3. Ковалев М.М. Обоснование параметров и режимов работы подбирающего аппарата безударного воздействия на ленту льна // Сб. наук. ст. ЛНТУ. Луцк: Ред. – вид. відділ ЛНТУ, 2009. Вип. 18: Сільськогосподарські машини. С. 157-166.
4. Долгов И.А. Выбор формы зуба поперечных грабель // Тр. ВИСХОМ. Вып. 17. М.: ЦБТИ тракторного и сельскохозяйственного машиностроения при НАТИ, 1958. 38 с.
6. Перов Г.А. Обоснование показателя кинематического режима работы впускивателя лент льна // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 6. С. 17-19.
7. Перов Г.А. Обоснование формы зуба впускивателя лент льнотресты // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 4. С. 8-9.
8. Впускиватель лент льна: пат. № 2527510 Рос. Федерация: МПК А01D 45/06 (2006.01) / Перов Г.А., Ковалев М.М., Зубанов В.В.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИМЛ Россельхозакадемии. № 2013134062/13; заявл. 19.07.13; опубл. 10.09.14, Бюл. №25. 5 с.
9. Впускиватель лент льна: пат. № 2547391 Рос. Федерация: МПК А01D 45/06 (2006.01) / Перов Г.А., Ковалев М.М., Зубанов В.В.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИМЛ. № 2013151517/13; заявл. 19.11.13; опубл. 10.04.15, Бюл. №10. 8 с.
10. СТО АИСТ 1.13-2011. Стандарт организации. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для внесения удобрений, машины для послеуборочной обработки зерна, машины для уборки картофеля, овощных и бахчевых культур, плодов и ягод, льна, погрузочно-разгрузочные и транспортные средства. Показатели назначения и надежности. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 47 с.

Intensification of Flax Strips Fluffing Process

M.M. Kovalev, G.A. Perov, M.G. Perov

Summary. Rod teeth of the innovative design are proposed. A flax strip fluffing process conducted with the newly developed working bodies is theoretically analyzed. The performance indices of flax strip fluffers with the new rod teeth are tested in the field.

Key words: flax straw, flax stock, flax strip fluffer, teeth, kinematic mode, velocity.

Информация

Комбайн CLAAS LEXION 700 признан «Машиной 2016 года»

Ведущий европейский производитель сельскохозяйственной техники, германская компания CLAAS, была удостоена премии «Машина 2016 года» на международной выставке Agritechnica в Ганновере за комбайн LEXION 700

Звание «Машина года» присуждается ежегодно в рамках двух международных выставок – Agritechnica (Ганновер) и SIMA (Париж) компетентным жюри. В этом году награды получили разработки в 16 категориях.

В категории зерноуборочных комбайнов победителем вновь стал комбайн CLAAS. На выставке SIMA в Париже «Машиной 2015 года» был признан комбайн модельного ряда TUCANO. Звание «Машина 2016 года» получил комбайн LEXION 700. Жюри в большей степени отметило две инновации, получившие медали выставки, – уникальную систему 4D-очистки и автоматическую регулировку потока массы.

Система 4D-очистки зерна упрощает управление гибридными моделями комбайнов LEXION 700 и позволяет полностью использовать их производительность и возможности очистки зерна даже на склонах при движении в продольном и поперечном направлениях. До настоящего времени последним достижением техники, применяемым в машинах CLAAS для компенсации небольшого поперечного уклона, была система 3D-очистки. В данном случае нагрузка на верхнее решето значительно снижается за счет его активного регулирования.

Система автоматического контроля потока массы – новый помощник меха-

низатора на комбайне LEXION 700, который берет на себя контроль за потоком массы от жатки к измельчителю соломы, что позволяет достичь максимальной производительности и в то же время избежать критически высоких нагрузок при большом потоке массы. Система помогает механизатору выявить неправильные настройки машины и нарушения потока заблаговременно, что обеспечивает оптимальный режим эксплуатации комбайна.

«CLAAS занимает лидирующие позиции в Европе в области уборки зерновых культур. Эта награда является благодарностью и одновременно стимулом для всего коллектива CLAAS, участвующего в разработке инноваций в комбайне LEXION», – отметил Клаус Шефер, продукт-менеджер по зерноуборочным комбайнам CLAAS.

**PR-агентство
Clever-Head**



Главное событие года в отрасли
картофелеводства в России

VIII межрегиональная выставка «Картофель-2016»

3-4 марта

Место проведения:

Выставочный комплекс «Контур»
г. Чебоксары, Ядринское шоссе, 3

Организаторы:

Министерство
сельского хозяйства
Чувашской Республики

Казенное унитарное
предприятие Чувашской
Республики «Агро-Инновации»

ФГБНУ Всероссийский НИИ
картофельного хозяйства
им. А.Г. Лорха

Тел. (8352) 45-93-26

e-mail: agro-in@cap.ru

www.agro-in.cap.ru



УДК 681.5.01

Использование нечетких методов управления при вводе в эксплуатацию энергоемких объектов АПК

О.А. Липа,

канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой,
oksliapa@ya.ru

Д.А. Липа,

ассистент,
dliapa@list.ru
(ФГБОУ ВО РГАЗУ)

Аннотация. Предлагается в законе управления технологическими процессами наряду с производными по времени первого порядка использовать и дробные производные более низких порядков. Математические расчеты доказывают, что на этапе ввода в эксплуатацию энергоемких объектов АПК целесообразно использовать нечеткие методы управления, что позволит значительно сократить финансовые и временные затраты.

Ключевые слова: робастное управление, быстродействие, нечеткий регулятор, дробная производная, закон управления, обратная связь, кривая разгона, настройка регуляторов, шумы и помехи.

Одной из основных проблем при создании автоматических систем является все возрастающая сложность управляемых технологических процессов, обусловленная разнообразием взаимодействий между материальными и энергетическими потоками объектов и окружающей средой. Это приводит к появлению различных неопределенностей вследствие неполноты информации об указанных взаимодействиях.

Необходимо отметить, что немало математически изящных теорий в области технических систем автоматического управления не получили практического применения, так как нуждались в весьма детальной и труднодоступной информации о статистических характеристиках возмущений, действующих на управляемые объекты.

Осознание причины неудач привело к созданию методов робастного управления технологическими процессами, доказавшими на практике высокую эффективность в условиях информационной неопределенности, т.е. при неполноте или отсутствии информации об указанных статистических характеристиках.

Эффективность робастных систем обеспечивается их настройкой на высокое быстродействие, что позволяет им успешно парировать возмущения с различными статистическими характеристиками. Этому способствует использование в законах (алгоритмах) управления производных по времени d/dt , так как с их помощью можно прогнозировать будущие изменения управляемых величин. Поэтому применение ПИД-регулятора при управлении объектом позволяет добиться более высокого быстродей-



ствия по сравнению с использованием для тех же целей ПИ-регулятора.

Однако наличие в сигналах обратной связи паразитной высокочастотной составляющей, обусловленной шумами датчиков и наводками в электрических линиях связи препятствует введению в закон управления производных по времени выше первого порядка, так как при многократном дифференцировании по времени даже сравнительно небольшие по амплитуде паразитные сигналы значительно усиливаются ввиду их высокочастотности. Поэтому возникает проблема синтеза законов управления с производными по времени не выше первого порядка, но способных обеспечить более высокое быстродействие по сравнению с классическим ПИД-регулятором.

Решение поставленной проблемы может быть получено при использовании в законе управления наряду с производными по времени первого порядка дробных производных более низких порядков, что обеспечивает повышение быстродействия и позволяет избежать нежелательного роста влияния паразитной составляющей в сигналах обратной связи.

Рассмотрим, как при этом изменится передаточная функция ПИД-регулятора $W_{\text{ПИД}}(s)$, имеющая следующий вид:

$$W_{\text{ПИД}}(s) = K_p T_D s + K_p + K_p / (T_I s), \quad (1)$$

где s – комплексная переменная;

K_p – коэффициент передачи регулятора;

T_D и T_I – постоянные дифференцирования и интегрирования по времени соответственно.

Поскольку в формуле (1) первой производной по времени d/dt отвечает комплексная переменная s , то дробным производным по времени ниже первого порядка будут отвечать комплексные переменные вида $\sqrt[n]{s^m}$, где n и m – целые положительные числа, причем $m < n$.

С учетом данных замечаний передаточную функцию регулятора с дробными производными по времени представим в виде:

$$W_{pez}(s) = W_{ПД}(s) + W_{ДП1}(s) + W_{ДП2}(s), \quad (2)$$

где

$$W_{ДП1}(s) = Q_1 \sqrt[3]{s}; \quad W_{ДП2}(s) = Q_2 \sqrt[3]{s}, \quad (3)$$

где Q_1 и Q_2 – параметры настройки, принимающие вещественные значения.

Как видно из формул (2), (3), введение дробных производных по времени ниже первого порядка позволяет использовать дополнительные параметры настройки Q_1 и Q_2 для повышения быстродействия, так как благодаря их наличию улучшается управляемость системы и при подходящем выборе их значений можно добиться значительного повышения запаса устойчивости системы.

Выполненные расчеты показали, что качество управления системы при замене ПИД-регулятора на регулятор с передаточной функцией вида (2) повышается примерно в той же мере, что и при замене ПИ-регулятора на ПИД-регулятор [1].

Однако настройка таких регуляторов на достижение системой робастных свойств может потребовать значительного времени и высокой квалификации персонала.

Поэтому на этапе ввода в эксплуатацию энергоемких объектов АПК целесообразно использовать нечеткие методы управления, что позволяет значительно сократить финансовые и временные затраты.

С этой целью необходимо привести предлагаемый регулятор к нечеткому виду. Поскольку такая задача для ПИД-регуляторов была решена в работе [1], то здесь достаточно рассмотреть вопросы фазсификации [2] звеньев с передаточными функциями $W_{ДП1}(s)$ и $W_{ДП2}(s)$, так как в их состав входят дробные производные по времени.

Основной задачей при этом является установление максимальных пределов изменения этих производных, на что уже было указано в работе [3]. В работе [1] для производной d/dt этот предел был получен на основе анализа динамики кривой разгона $h(t)$, получаемой при подаче на вход объекта единичного ступенчатого возмущения, считающегося в автоматике одним из самых тяжелых. Поэтому в таком случае должна достигаться максимальная скорость g_1 изменения выходного сигнала объекта $h(t)$, заданная выражением

$$g_1 = \max \left| dh(t) / dt \right|,$$

где $0 \leq t < \infty$.

Для ее нахождения достаточно определить точку перегиба кривой $h(t)$ и провести в ней касательную, тогда тангенс угла наклона этой касательной к временной оси будет равен искомой величине g_1 , и пределы изменения первой производной выходного сигнала объекта устанавливаются неравенством

$$-g_1 \leq dh(t) / dt \leq g_1. \quad (4)$$

Однако в случае дробных производных по времени такой метод не годится, необходимо сделать его более универсальным, избавившись от графических построе-



ний. Для этого анализируемый процесс $dh(t)/dt$ представим в следующем виде:

$$dh(t) / dt = \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \exp(ts) \tilde{h}(s) ds, \quad (5)$$

$$\tilde{h}(s) = \int_0^{\infty} \exp(-ts) h(t) dt,$$

где $\tilde{h}(s)$ – изображение по Лапласу оригинала $h(s)$;

c – положительная вещественная постоянная;

i – мнимая единица.

Для дробных производных по времени от $h(t)$ по аналогии с представлением (5) имеют место выражения:

$$h^{(1/3)}(t) = \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \exp(ts) \sqrt[3]{s} \tilde{h}(s) ds; \quad (6)$$

$$h^{(2/3)}(t) = \int_{c-i\infty}^{c+i\infty} \exp(ts) \sqrt[3]{s^2} \tilde{h}(s) ds. \quad (7)$$

На основании данных выражений получим аналогичные неравенству (4) ограничения на пределы их возможного изменения.

В дальнейшем при вычислении выражений (6) и (7) возможно использовать несколько случаев.

В первом случае значения этих выражений определяются численно, непосредственно по экспериментально полученным массивам данных о кривой разгона. Однако такой способ требует значительных временных затрат. Поэтому предпочтительно использовать более быстрые методы, базирующиеся на следующем соотношении:

$$\tilde{h}(s) = W_{об}(s) / s,$$

где $W_{об}(s)$ – передаточная функция объекта.

Функцию $W_{об}(s)$ можно определить приближенно по кривой разгона в виде

$$W_{об}(s) = K \exp(-\tau s) / (1 + Ts), \quad (8)$$

где K – коэффициент передачи объекта;

τ – постоянная времени транспортного запаздывания;

T – постоянная времени объекта.

Чтобы получить более точное по сравнению с формулой (8) выражение для $W_{об}(s)$, можно расчетным методом

по кривой разгона $h(t)$ получить амплитудно-частотную характеристику объекта $|W_{об}(i\omega)|$, а затем с помощью метода наименьших квадратов подобрать подходящее аппроксимирующее выражение для $|W_{об}(i\omega)|$, где ω – круговая частота.

Таким образом, в результате выполненных теоретических исследований решены важная научная и практическая задачи по нечеткой реализации высокoeffективных регуляторов с дробными производными по времени в законе управления.

Список использованных источников

1. Гончаров А.В., Солдатов В.В. Применение парадигм интеллектуального управления при решении «открытых задач» автоматизации. М.: «Пробел-2000», 2010. 360 с.
2. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 736 с.

3. Липа О.А. Методы управления технологическими процессами в условиях информационной неопределенности: монография. М.: ФГОУ ВПО РГАЗУ, 2011. 304 с.

Using of Fuzzy Control Methods during Implementation of Energy-Intensive Facilities in Agro-Industrial Complex (AIC)

O.A. Lipa, D.A. Lipa

Summary. In the control law of a technological process it is proposed to use the fractional derivatives of the lower orders along with the time derivatives of the first order. Mathematical calculations show that is advisable to use fuzzy control methods, which significantly reduce financial and time costs at the stage of implementation of energy-intensive facilities of AIC.

Key words: robust control, performance, fuzzy controller, fractional derivative, control law, feedback, acceleration curve, regulator setting, noise and interference.

Информация

О повышении эффективности работы инженерно-технических служб АПК

Для решения проблем машинно-технологического обеспечения 15 декабря 2015 г. в Минсельхозе России состоялось совещание по вопросу «О повышении эффективности работы инженерно-технических служб АПК».

На совещании присутствовали ответственные лица Минсельхоза России, органов управления АПК субъектов Российской Федерации, федеральных органов исполнительной и законодательной власти, представители отраслевых союзов и ассоциаций, руководители заводов сельскохозяйственного машиностроения и специалисты научных и образовательных организаций.

В своем выступлении Первый заместитель Министра сельского хозяйства Российской Федерации Евгений Васильевич Громыко высказал необходимость усиления роли инженерных служб в решении продовольственной безопасности страны и импортозамещения сельскохозяйственной продукции.

Участники совещания обсудили следующие вопросы:

- задачи инженерных служб АПК по обеспечению выполнения Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы;

- рынок и производство сельскохозяйственной техники в России;

- новые модели техники, уровень производства и стандарты сервиса;

- прогресс и инновации в производстве энергонасыщенных тракторов;

- развитие инженерно-технических служб;

- научное обеспечение развития сельскохозяйственного машиностроения;

- направления технической модернизации инженерной системы агропромышленного комплекса Республики Башкортостан;

- модернизация и техническое перевооружение АПК Краснодарского края;

- организация и совершенствование технического осмотра органами Гостехнадзора тракторов, иных самоходных машин и прицепов к ним;

- роль Росагролизинга в обновлении парка сельскохозяйственной техники;

- полный жизненный цикл техники Концерна «Тракторные заводы»: управление, организация, обслуживание;

- государственная (Российская) система испытаний сельхозтехники как центр генерации консультационных и управляющих информационных ресурсов в сфере аграрного производства и др.

Участники совещания отметили, что основными целевыми показателями ИТС в области внедрения высокoeffективных технологий в сельскохозяйственное производство и улучшения машиноиспользования на ближайшую перспективу целесообразно принять освоение ресурсосберегающих технологий и доведение объемов их выполнения до 75-80% от общего объема работ, сокращение удельных показателей расхода топлива в 1,5-2 раза.

В рамках совещания была организована выставка инновационных разработок и рекомендаций научных организаций (ВИМ, ГОСНИТИ, ВИЭСХ, ВНИИМЖ, НИЦ «Гостехнадзор», машиноиспытательные станции), а также продукции заводов, выпускающих машины и оборудование для АПК.

Среди разработок следует выделить интеллектуальные машины для возделывания сельскохозяйственных культур, применение которых позволит обеспечить экологическую безопасность производства сельскохозяйственной продукции.

Информационно-консультационное обеспечение совещания осуществлялось ФГБНУ «Росинформагротех». Участникам совещания предлагались научные, информационные, научно-методические, справочные издания по вопросам повышения эффективного развития инженерно-технической системы АПК.

Н.В. Березенко, О.В. Слинько
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

УДК 621.794.61:669.056.93

Исследование микротвердости и износостойкости оксидно-керамических покрытий на алюминиевых сплавах

Ю.А. Кузнецов,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
kentury@rambler.ru
(ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ»)

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований микротвердости и износостойкости оксидно-керамических покрытий, сформированных плазменно-электролитическим оксидированием на алюминиевых сплавах в электролите типа $\text{KOH}-\text{Na}_2\text{SiO}_3$ при различной концентрации жидкого стекла и плотности тока. Рекомендованы рациональные режимы оксидирования и компонентный состав электролита, обеспечивающие оптимальные триботехнические характеристики покрытий.

Ключевые слова: плазменно-электролитическое оксидирование, электролит, плотность тока, алюминиевый сплав, покрытие, микротвердость, износостойкость.

Разработка экологически чистых технологий нанесения покрытий для упрочнения и восстановления деталей с целью повышения их износостойкости – одна из актуальных задач современной науки и техники [1, 2]. Среди новых методов создания подобных покрытий особый интерес представляет плазменно-электролитическое оксидирование (ПЭО). Суть ПЭО заключается в формировании на поверхности детали в условиях воздействия микроплазменных (микродуговых) разрядов высокопрочного износостойкого оксидно-керамического покрытия, состоящего преимущественно из $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (корунда) и других высокотемпературных модификаций оксида алюминия. При этом толщина получаемого покрытия может достигать 300 мкм [2-4]. Типичная структура оксидно-керамического покрытия, формируемого ПЭО на алюминиевых сплавах, представлена на рис. 1.

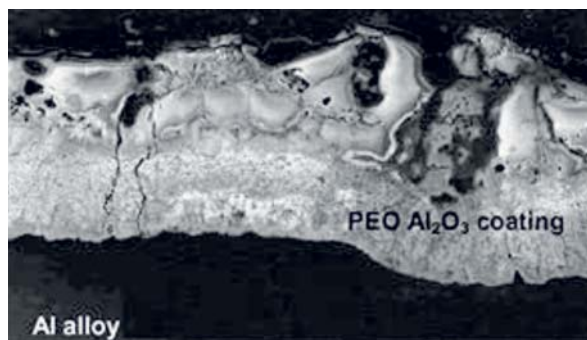


Рис. 1. Микроструктура оксидно-керамического покрытия

Однако в настоящее время многие аспекты механизма протекания ПЭО пока не изучены, нет систематических сведений о влиянии внутренних и внешних факторов на этот процесс, не апробированы многие новые электролиты.

Для применения покрытий, сформированных ПЭО, в ремонтном производстве наибольший практический интерес представляет исследование их триботехнических характеристик.

Методика проведения экспериментов

Для проведения исследований использовали образцы, изготовленные из алюминиевых сплавов АК7ч и АОЗ-7.

Формирование оксидно-керамических покрытий проводили в электролите типа $\text{KOH}-\text{Na}_2\text{SiO}_3$ на лабораторной установке ПЭО, рабо-

тающей в анодно-катодном режиме (рис. 2).

Микротвердость оксидно-керамических покрытий измеряли на микротвердомере ПМТ-3М.

Сравнительные испытания образцов (литейные алюминиевые сплавы АК7ч и АОЗ-7, упрочненные ПЭО) на изнашивание проводили в условиях граничной смазки на машине трения ИИ 5018 по схеме «колодка-ролик». Условия граничной смазки обеспечивали равномерной подачей к поверхности трения веретенного масла АУ ГОСТ 1642. Для ускорения изнашивания в рабочую жидкость добавляли абразив, приготовленный из кварцевого песка, соответствующего требованиям ГОСТ 2138, дисперсностью 3 мкм. Концентрация абразивного материала составляла 0,14 % по массе масла. Значения износа колодки и ролика определяли



Рис. 2. Общий вид лабораторной установки для ПЭО:

а – электролитическая ванна; б – блок питания и управления

гравиметрическим методом. Продолжительность испытаний составляла 50 ч.

Результаты исследований

Одной из важнейших характеристик, определяющих физико-механические и триботехнические свойства покрытий, является их микротвердость [2-4].

В ходе исследований было установлено, что при ПЭО увеличение жидкого стекла в электролите при постоянных остальных параметрах процесса приводит к снижению микротвердости покрытий (рис. 3). Так, например, проведенные измерения микротвердости на поверхности покрытий после их шлифования и полирования показали, что при концентрации Na_2SiO_3 в диапазоне 5-25 г/л в электролите микротвердость покрытий на сплаве АК7ч снижалась с 9 до 5 ГПа, на сплаве АО3-7 – с 10 до 6 ГПа. Снижение микротвердости покрытий с повышением концентрации Na_2SiO_3 в электролите объясняется тем, что в структуре покрытия преобладающей фазой становится фаза муллита – $3\text{Al}_2\text{O}_3 \times 2\text{SiO}_2$.

Необходимо также отметить, что микротвердость оксидно-керамического слоя, полученного ПЭО, неоднородна по толщине (рис. 4). Максимальное значение микротвердости вне зависимости от марки сплава приходится на определенный слой покрытия, выше или ниже которого ее значения уменьшаются. При этом область с наивысшими значениями микротвердости находится примерно на расстоянии 10-15 мкм от номинального размера оксидируемого образца. По всей толщине внешнего упрочненного слоя покрытия, начиная от номинального размера, наблюдается снижение микротвердости. Вероятно, это изменение следует связывать с характером горения микроарзрядов [2, 5].

Повышенная микротвердость покрытий, полученных ПЭО, обусловлена наличием в структуре твердофазных модификаций оксида алюминия. Очевидно, что во внутреннем слое данных фаз больше из-за высокой температуры в каналах пробоя покрытия [6-7]. Во внешних слоях из-за интенсивного теплоотвода в электролит полиморфного превращения с образованием высокотемпературных модификаций оксида алюминия не происходит, а формируются только низкотемпературные фазы, характеризующиеся более низкой твердостью [8].

Оценивая влияние плотности тока на микротвердость формируемых покрытий при постоянных остальных параметрах процесса, необходимо отметить, что с повышением плотности тока микротвердость возрастает (рис. 5). Так, например, с увеличением плотности тока от 15 до 35 А/дм² при постоянных остальных пара-

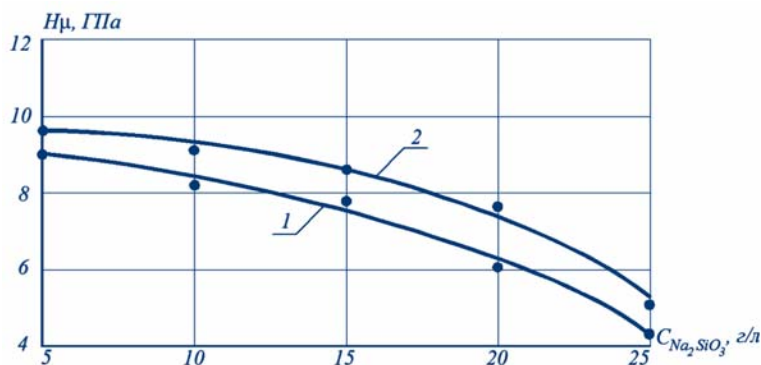


Рис. 3. Влияние концентрации Na_2SiO_3 на микротвердость покрытий, полученных ПЭО на алюминиевых сплавах при продолжительности оксидирования $T = 100$ мин и плотности тока $D_T = 25$ А/дм²: 1 – сплав АК7ч; 2 – сплав АО3-7

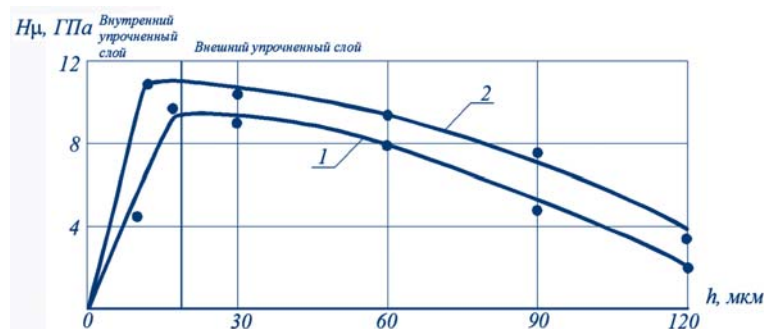


Рис. 4. Изменение микротвердости покрытий по толщине упрочненного слоя на алюминиевых сплавах при $D_T = 25$ А/дм², $T = 100$ мин, концентрации гидроксида калия $C_{\text{кон}} = 2$ г/л и жидкого стекла $C_{\text{Na}_2\text{SiO}_3} = 15$ г/л: 1 – сплав АК7ч; 2 – сплав АО3-7

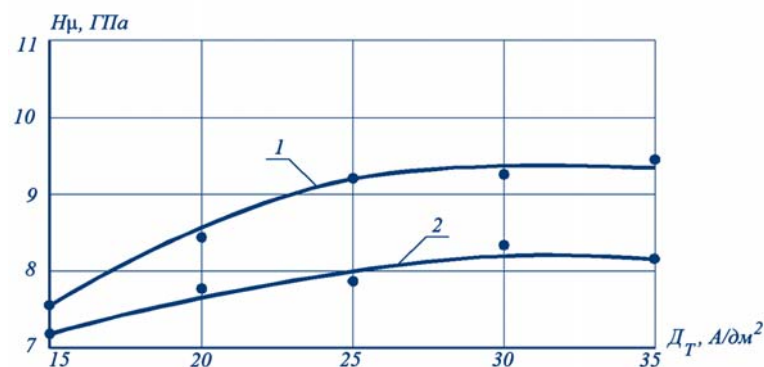


Рис. 5. Влияние плотности тока на микротвердость покрытий, полученных ПЭО на алюминиевых сплавах при $T = 100$ мин, $C_{\text{кон}} = 2$ г/л, $C_{\text{Na}_2\text{SiO}_3} = 15$ г/л: 1 – сплав АК7ч; 2 – сплав АО3-7

метрах микротвердость покрытий на сплаве АК7ч увеличивается с 7 до 8,3 ГПа, на сплаве АО3-7 – с 7,5 до 9,5 ГПа.

Из рис. 5 видно, что зона рациональных значений плотности тока составляет 23-26 А/дм². Увеличение плотности тока свыше 30 А/дм² в большинстве случаев приводит к переходу процесса в дуговой режим и разрушению покрытия.

Исследования изнашивания сравниваемых пар трения показали (рис. 6), что зависимость износа от времени носит линейный характер. Было установлено, что скорость изнашивания сплавов АК7ч и АО3-7 без покрытий, которые были приняты за эталон сравнения, составила соответственно 0,036 и 0,019 г/ч. Скорость изнашивания покрытий, полученных ПЭО, составила: на сплаве АК7ч – 0,0084 г/ч, на сплаве АО3-7 – 0,004 г/ч. Скорость изнашивания керамических покрытий в несколько раз ниже скорости изнашивания сплавов без покрытий, принятых за эталон сравнения: на сплаве АК7ч – в 4,3 раза (рис. 6а), на сплаве АО3-7 – в 4,8 раза (рис. 6б).

Наименьший износ наблюдался на образцах из сплавов АО3-7. Очевидно, медь, входящая в состав данного сплава, выполняет роль антифрикционного материала.

Несмотря на то, что в исследуемых парах по сравнению с эталонными было отмечено увеличение скорости изнашивания колодок: при использовании в качестве ролика сплава АК7ч – на 16,8 %, сплава АО3-7 – на 12 %, скорость изнашивания пар трения с керамическими покрытиями значительно ниже скорости изнашивания эталонных пар трения. Так, например, скорость изнашивания пары трения с роликом из сплава АК7ч с покрытием ниже скорости изнашивания эталонной пары в 1,6 раза, а с роликом из сплава АО3-7 с покрытием – в 1,8 раза.

Рабочие поверхности эталонных пар (как колодок, так и роликов) после испытаний были покрыты множеством глубоких продольных борозд и царапин – следов изнашивания, возникших в результате воздействия на металл абразивных частиц (рис. 7а). Рабочие поверхности пар с упрочненными роликами в меньшей степени подверглись влиянию абразивных частиц (рис. 7б). На роликах с покрытиями фактически отсутствовали царапины и риски, что говорит об их высокой твердости и износостойкости.

Причины высокой износостойкости покрытий, полученных ПЭО, следует связывать с их структурным состоянием. Можно предположить,

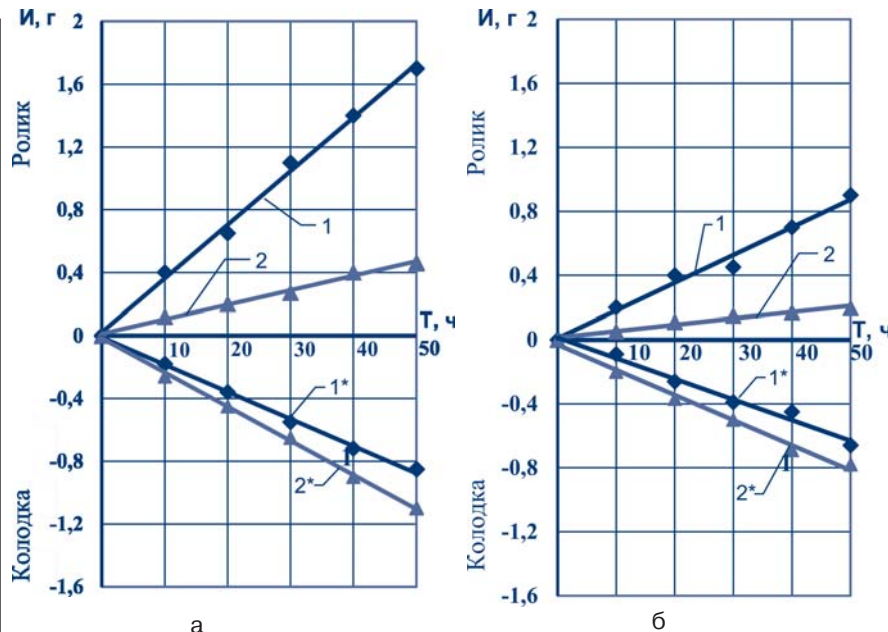


Рис. 6. Влияние продолжительности испытаний на износ пар трения:

а) 1 – ролик из сплава АК7ч без покрытия; 2 – ролик из сплава АК7ч с покрытием; 1* – колодки (сталь 18ХГТ, HRC 58-62); 2* – колодки (сталь 18ХГТ, HRC 58-62);
б) 1 – ролик из сплава АО3-7 без покрытия; 2 – ролик из сплава АО3-7 с покрытием; 1* – колодки (сталь 18ХГТ, HRC 58-62); 2* – колодки (сталь 18ХГТ, HRC 58-62)



Рис. 7. Результаты испытаний на изнашивание:

а – поверхность ролика без покрытия; б – поверхность ролика с покрытием

что структурные модификации оксида алюминия в покрытиях образуют между собой наиболее прочный тип межмолекулярной связи [7, 8].

На основе проведенных исследований микротвердости и износостойкости покрытий, полученных ПЭО, были подобраны рациональные режимы процесса и компонентный состав электролита, обеспечивающие оптимальные триботехнические характеристики (см. таблицу).

Оксидно-керамические покрытия, формируемые ПЭО, могут быть рекомендованы при восстановлении и упрочнении различных деталей

Рекомендуемые режимы и состав электролита для ПЭО

Режимы ПЭО	
Плотность тока, А/дм ²	22-25
Температура электролита, °С	25-30
Продолжительность оксидирования, мин	100-120
Состав электролита, г/л	
Гидроксид калия (KOH)	1,8-2,3
Жидкое стекло (Na ₂ SiO ₃)	5-15

машин и оборудования АПК, изготовленных из алюминиевых сплавов.

Прогнозируемое увеличение ресурса упрочненных деталей составляет не менее 150-200% по отношению к новым.

Список

использованных источников

1. Голубев И.Г., Гареев И.Т., Горячев С.А., Корнеев Н.В. Опыт эксплуатации и сервиса зарубежной сельскохозяйственной техники. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 31 с.
2. Коломейченко А.В. Технология восстановления и упрочнения деталей сельскохозяйственной техники микродуговым оксидированием: учебное пособие. Орел: Орел ГАУ, 2013. 131 с.
3. Суминов И.В., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Владимиров Б.В., Желтухин А.В., Виноградов А.В. Влияние температуры электролитов на характеристики МДО-покрытий, применяемых в приборостроении // Приборы. 2010. № 12. С. 61-63.
4. Kuznetsov Y.A. Investigation of internal stresses in thin layer oxide ceramic coatings //

Journal «Traktori i pogonske masine, Tractors and power mashine», Vol. 18, № 2, Novi Sad, Srbija, Dec. 2013. P. 42-49.

5. Кузнецов Ю.А. Комбинированная ресурсосберегающая технология восстановления и упрочнения деталей машин и оборудования АПК // Вестник ОрелГАУ. №1(22). 2010. С. 6-8.

6. Kuznetsov Y.A. Corrosion testings of coatings being obtained by plasma electrolytics-oxidation // Proceedings of the union of scientists – Ruse. Fifth conference «Energy efficiency and agricultural engineering». Ruse, Bulgaria, 17-18 may 2013. P. 554-559.

7. Кузнецов Ю.А., Косенко А.В., Казански В.А. Влияние модуля силиката на технологические свойства покрытий // Вестник ОрелГАУ. №2(29). 2011. С. 97-101.

8. Kuznetsov Y.A., Kossenko A., Kazansky B. Investigation of internal stresses in coatings obtained by plasma-electrolytic oxidation. The optimization of the composition, structure and properties of metals, oxides,

compo-sites, nano and amorphous materials. // Proceedings of the twelfth Israeli-Russian Bi-National Workshop 2013. Jerusalem, Israel, 2013. P108-116.

Study of Micro-Hardness and Wear Resistance of Oxide-Ceramic Coatings on Aluminum Alloys

Yu.A. Kuznetsov

Summary. The article presents the experimental results of micro-hardness and wear resistance of oxide-ceramic coating formed by plasma and electrolytic oxidation on aluminum alloys in the KOH-Na₂SiO₃ electrolyte with different concentration of liquid glass and current density. The rational oxidation modes and electrolyte component composition with resulting optimal tribological characteristics of coatings are recommended.

Key words: plasma and electrolytic oxidation, electrolyte, current density, aluminum alloy, coating, micro-hardness, wear resistance.

Реферат

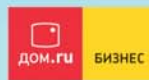
Цель исследований – исследование микротвердости и износостойкости оксидно-керамических покрытий, формируемых плазменно-электролитическим оксидированием (ПЭО) для повышения износостойкости деталей при их упрочнении и восстановлении. Экспериментальные исследования проводили на образцах, изготовленных из алюминиевых сплавов АК7ч и АО3-7. В качестве электролита использован слабощелочной водный раствор с добавлением жидкого стекла – электролит типа «KOH-Na₂SiO₃». Микротвердость оксидно-керамических покрытий измерялась на микротвердомере ПМТ-3М. Сравнительные испытания на изнашивание проводились в условиях граничной смазки на машине трения ИИ 5018 по схеме «колодка-ролик». Условия граничной смазки обеспечивались путем равномерной подачи к поверхности трения веретенного масла АУ ГОСТ 1642. Для ускорения изнашивания в рабочую жидкость добавляли абразив, приготовленный из кварцевого песка, соответствующего требованиям ГОСТ 2138, дисперсностью 3 мкм. Концентрация абразивного

материала составляла 0,14 % по массе масла. Значения износа колодки и ролика определяли гравиметрическим методом. Продолжительность испытаний составляла 50 ч. Установлено, что при ПЭО увеличение жидкого стекла в электролите при постоянных остальных параметрах процесса приводит к снижению микротвердости покрытий: при концентрации Na₂SiO₃ в диапазоне 5-25 г/л в электролите микротвердость покрытий на сплаве АК7ч снижалась с 9 до 5 ГПа, на сплаве АО3-7 – с 10 до 6 ГПа. Снижение микротвердости покрытий с повышением концентрации Na₂SiO₃ в электролите объясняется тем, что в структуре покрытия преобладающей фазой становится фаза муллита – 3Al₂O₃ · 2SiO₂. Установлено, что износостойкость оксидно-керамических покрытий, полученных ПЭО на алюминиевых сплавах, в 4-5 раз выше износостойкости алюминиевых сплавов без покрытий, принятых за эталон сравнения. Прогнозируемое увеличение ресурса упрочненных деталей составляет не менее 150-200 % по отношению к новым.

Abstract

The purpose of the research is to study micro-hardness and wear resistance of oxide-ceramic coatings by plasma electrolytic oxidation (PEO) method to increase wear resistance of parts when their hardening and reclamation. The experimental studies were carried out on specimens made of the AK7ч and AO3-7 aluminum alloys. Alkalesscent aqueous solution with liquid glass was used as an electrolyte. In this particular case it was the "KOH-Na₂SiO₃" electrolyte. Micro-hardness of oxide-ceramic coatings was measured on the PMT-3M micro-hardness gage. Comparative wear tests were carried out under boundary lubrication in the ИИ 5018 friction machine as per "block-roller" circuit. The conditions of boundary lubrication were provided by a constant supply of the АУ ГОСТ 1642 spindle oil on a friction surface. To accelerate wear, the working fluid was added with abrasive material made of quartz sand (dispersion of 3 microns) corresponding to the State Standard 2138 requirements. The concentration of the abrasive material was 0.14% by oil weight.

Wear of the block and roller was determined by a gravimetric method. Test duration was 50 hours. It was determined that using the PEO method, the increase of liquid glass in the electrolyte at other constant parameters of the process results in micro-hardness reduction of coatings. When Na₂SiO₃ concentration in the electrolyte was in the range of 5-25 g/l micro-hardness of coatings on the AK7ч alloy decreased from 9 to 5 GPa and on the AO3-7 alloy – from 10 to 6 GPa. Micro-hardness reduction of the coatings with increased Na₂SiO₃ concentration is due to the fact that a mullite phase (3Al₂O₃ · 2SiO₂) becomes a predominant in the electrolyte structure. It was found that wear resistance of the oxide-ceramic coatings on aluminum alloys obtained with the PEO process was 4-5 times higher than wear resistance of aluminum alloys without coatings adopted as a comparison standard. The projected service life increase of hardened parts is not less than 150-200% relative to new parts.



XVI МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА

АГРО 2016 2-4 МАРТА



- Сельскохозяйственная техника
- Оборудование и инвентарь
- Оборудование для переработки, фасовки и хранения сельхозпродукции
- Оборудование для пищевой и перерабатывающей промышленности
- Растениеводство
- Средства защиты растений
- Удобрения
- Животноводство
- Ветеринария
- Сельские и садовые дома
- Инвентарь и др.

г. Оренбург

www.uralexpo.ru, UralExpo@ya.ru
тел.: (3532) 67-11-02, 45-31-31



УДК 621.791.55

Оптимизация процесса формирования равнотолщинных газотермических покрытий

И.Н. Кравченко,

д-р техн. наук, проф.,
kravchenko-in71@yandex.ru

С.М. Гайдар,

д-р техн. наук, зав. кафедрой
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева),
avtokon56@yandex.ru

М.Ю. Карелина,

канд. техн. наук, проф., зав. кафедрой
(ФГБОУ ВПО «Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет» (МАДИ),
тел. 8(499)155-08-92,
karelinamu@mail.ru

Н.И. Саляев,

аспирант
(ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева),
salyaev-nikolai@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены статистические методы построения математических моделей процесса, на основании которых установлены закономерности влияния технологических режимов на распределение толщины газотермических покрытий, разработаны рекомендации по выбору их оптимальных значений, гарантирующих получение слоев с равномерной толщиной. Предложен подход к моделированию процесса формирования структуры газотермических покрытий и приведены результаты вычислительных экспериментов, иллюстрирующие работоспособность разработанной технологии оптимизации.

Ключевые слова: газотермические технологии, защитные покрытия, нормальный закон распределения, закон Вейбулла, математическое моделирование, уравнение регрессии, технологический процесс.

Исследование технологических процессов нанесения газотермических покрытий с помощью программ математического моделирования можно реализовать как последовательность расчетных экспериментов. Целью такого моделирования является получение информации о влиянии технологических режимов на распределение толщины газотермических покрытий [1-4]. Такая взаимосвязь может быть представлена в виде уравнений, позволяющих анализировать влияние факторов на выходной параметр и служащих основой для описания исследуемых процессов.

При напылении неподвижным соплом плазматрона на поверхности формируется покрытие, толщина которого распределяется пропорционально плотности вероятности двумерного нормального закона распределения [5-7], обеспечивающего симметрию относительно центра

распределения с сохранением правильной колоколообразной формы. Такой характер распределения толщины в пятне распыла может иметь место в случае отсутствия какого-либо возмущения, связанного с условиями напыления и конструктивными особенностями плазматрона. Когда влияние возмущающих факторов становится существенным, применение гипотезы нормального распределения может стать плохим приближением, не учитывающим асимметрию распределения.

С целью наилучшего приближения эмпирической кривой распределения толщины в пятне напыленного слоя расширен ряд теоретических функций: нормальный закон с учетом показателя асимметрии (A_s), логарифмически нормальный и распределение Вейбулла:

$$h_1(z) = \frac{h_0}{\sqrt{2\pi} S_1} \exp \left[-\frac{(z - \bar{z})^2}{2S_1^2} \right], \quad (1)$$

$$h_2(z) = \frac{h_0}{\sqrt{2\pi} S_2} \frac{1}{z} \exp \left[-\frac{(\ln z - \xi)^2}{2S_2^2} \right], \quad (2)$$

$$h_3(z) = \frac{h_0 b}{a} \left(\frac{z}{a} \right)^{b-1} \exp \left[-\left(\frac{z}{a} \right)^b \right], \quad (3)$$

$$A_s = \frac{m_3 - 3m_1 m_2 + 2m_1^3}{S_1^3}, \quad (4)$$

где A_s – показатель асимметрии;

ξ – двумерная случайная величина;

a – коэффициент асимметрии;

z – расстояние от оси (мм);

m_1, m_2, m_3 – коэффициент суммы значений признаков в группе;

S_1, S_2, S_3 – среднее квадратичное отклонение.

Приведённые выражения относятся к асимметричному виду распределения.

При асимметричном распределении данных наиболее полезной мерой центральной тенденции становится медиана. Это связано с тем, что на простую среднюю арифметическую сильно влияют экстремальные (очень высокие или очень низкие) значения, из-за чего она может стать причиной неверной интерпретации результатов. Медиана менее подвержена влиянию экстремальных величин.

При дискретном замере толщины слоя h_i на расстоянии z_i с равномерным шагом измерений $C = z_i - z_{i-1}$ ($i = 1, 2, \dots, n$; n – общее число интервалов) оценка параметров

указанных распределений производилась по следующим формулам:

$$\begin{aligned}\bar{z} = m_1 &= \sum_{i=1}^n \frac{h_i z_i}{\alpha}, \xi = \sum_{i=1}^n \frac{h_i \ln z_i}{\alpha}, \\ \alpha &= \sum_{i=1}^n h_i, h_0 = c\alpha, \\ S_1^2 &= \sum_{i=1}^n \frac{h_i (z_i - \bar{z})^2}{\alpha}, S_2^2 = \sum_{i=1}^n \frac{h_i (\ln z_i - \xi)^2}{\alpha}, \\ m_2 &= \sum_{i=1}^n h_i z_i^2, m_3 = \sum_{i=1}^n h_i z_i^3,\end{aligned}\quad (5)$$

где α уровень значимости (вероятность ошибочного отклонения выдвинутой гипотезы);

h_i – толщина слоя при дискретном замере, мм;

z_i – расстояние до оси пятна напылённых слоев, мм;

m_1, m_2, m_3 – коэффициент суммы значений признаков в группе;

S_1, S_2, S_3 – среднее квадратичное отклонение.

Выбор параметров a и b осуществлялся с учетом соотношения [8, 9]

$$V_e = \frac{S_1}{\bar{z}}. \quad (7)$$

Для установления зависимости параметров распределений от значений основных факторов напыления (сила тока I , А; суммарный расход газа S , г/с; дистанция напыления L , мм) строили математические модели на основе трехфакторного плана Бокса-Бенкена [10].

На плоские шлифованные образцы размерами 120×90×10 мм напылялись покрытия из магнетита при постоянном расходе порошка $g = 0,54$ г/с и соотношении расходов плазмообразующих газов $\frac{m_{Ar}}{m_{N_2}} = 1$. При этом ввод частиц порошка осуществлялся под срез сопла. Снятие профиля покрытий производилось в двух перпендикулярных плоскостях, проходящих через вершину напыленной «горки». Точность измерений составила 0,002 мкм.

Анализ формы пятен напыленных слоев показал, что они представляют собой эллипсы с большой z_1 и малой z_2 осями, т.е. распределение не является строго круговым. При этом величина показателя асимметрии отлична от нуля и будет зависеть от параметров режима напыления. Поскольку ввод порошка под срез сопла и смещение оси подводящей трубки от вертикальной оси сопла вызывают неравномерное распределение частиц в потоке плазмы, то режимы напыления, их нагрев, ускорение и время пребывания в струе являются преобладающими причинами формирования слоев с асимметричным распределением их толщины на поверхности [11, 12].

Действие более значительных сил инерции и газодинамических сил на частицы способствует появлению большой оси эллипса и искажению формы профиля покрытия, что отражается в более высоких значениях показателя асимметрии, чем в направлении малой

оси, зависимость которых от условий напыления имеет вид:

$$A_{S_1} = 0,271 - 0,036x_1 - 0,088x_2 - 0,06x_3 + 0,033x_1^2 - 0,094x_2^2 - 0,053x_3^2 - 0,031x_1x_2 + 0,111x_2x_3, \quad (8)$$

$$A_{S_2} = -0,063 - 0,028x_1 + 0,035x_3 + 0,028x_1^2 - 0,011x_2^2 + 0,024x_3^2 - 0,013x_1x_2 - 0,042x_1x_3 + 0,011x_2x_3, \quad (9)$$

где A_{S_1} и A_{S_2} – показатели асимметрии большой и малой осей эллипса.

Значения x_i в кодированном масштабе связаны со значениями факторов в натуральном виде (I, S, L) соотношениями:

$$x_1 = \frac{I - 450}{50}, x_2 = \frac{S - 1}{0,25}, x_3 = \frac{L - 130}{30},$$

где x_1 – сила тока I , А;

x_2 – суммарный расход газа S , г/с;

x_3 – дистанция напыления L , мм.

Зависимость максимальной толщины h в пятне напыла и коэффициента использования порошка η от режимов напыления адекватно описываются следующими уравнениями регрессии:

$$\begin{aligned}h &= 0,618 + 0,019x_1 - 0,175x_2 - 0,264x_3 + \\ &+ 0,068x_1^2 + 0,03x_2^2 + 0,112x_3^2 + 0,026x_1x_2 + \\ &+ 0,013x_1x_3 + 0,016x_2x_3,\end{aligned}\quad (10)$$

$$\begin{aligned}\eta &= 0,346 + 0,033x_1 - 0,046x_2 + 0,034x_3 - \\ &- 0,015x_1^2 + 0,013x_2^2 + \\ &+ 0,037x_3^2 + 0,01x_1x_2 + 0,055x_1x_3 - 0,028x_2x_3,\end{aligned}\quad (11)$$

где h – максимальная толщина покрытия, мм;

η – коэффициент использования порошка;

x_1 – сила тока I , А;

x_2 – суммарный расход газа S , г/с;

x_3 – дистанция напыления L , мм.

В результате статистической обработки экспериментальных данных получена математическая модель для определения толщины напылённого слоя в виде полинома второй степени:

$$\begin{aligned}h &= 8,4114868 - 0,0273058 I + 1,47312 S + \\ &+ 0,0292683 L + 0,000272 I^2 + \\ &+ 0,48 S^2 + 0,000121968 L^2 + 0,00208 I \cdot S + \\ &+ 0,00000858 I \cdot L + 0,002112 S \cdot L,\end{aligned}\quad (12)$$

где h – максимальная толщина покрытия, мм;

I – сила тока, А;

S – суммарный расход газа, г/с;

L – дистанция напыления, мм.

Коэффициенты регрессионного уравнения определены по критерию Стьюдента [13], при этом коэффициент множественной детерминации составил $R^2 = 0,978$. Полученная математическая модель (12) достоверно определена по критерию Фишера включенными переменными при вероятности $P = 0,95$.

Поверхности и сечения функции отклика, описываемые полученной моделью, представлены на рис. 1, а проекции их изолиний – на рис. 2. Для этого необходимо зафиксировать на нулевом уровне исследуемые факторы I, S, L .

На основе анализа величин коэффициентов уравнения регрессии (12), а также полученных графиков можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее существенными факторами в достижении максимальной толщины слоя h являются дистанция напыления L и расход плазмообразующих газов S .

2. Изменение силы тока I незначительно сказывается на достижении максимальной толщины слоя h .

3. Снижение силы тока I и расхода плазмообразующих газов S при увеличении дистанции напыления L или повышение расхода плазмообразующих газов S при одновременном уменьшении дистанции напыления L способствует получению слоев с высоким коэффициентом асимметрии.

Поскольку время нанесения всех покрытий составляло 5 с, то скорость напыления определяется из уравнения (10) с учетом соотношения

$$V_H = \frac{h}{\tau}$$

В плоскостях большой и малой осей эллипса профиль напыленных слоев с малой погрешностью описывается

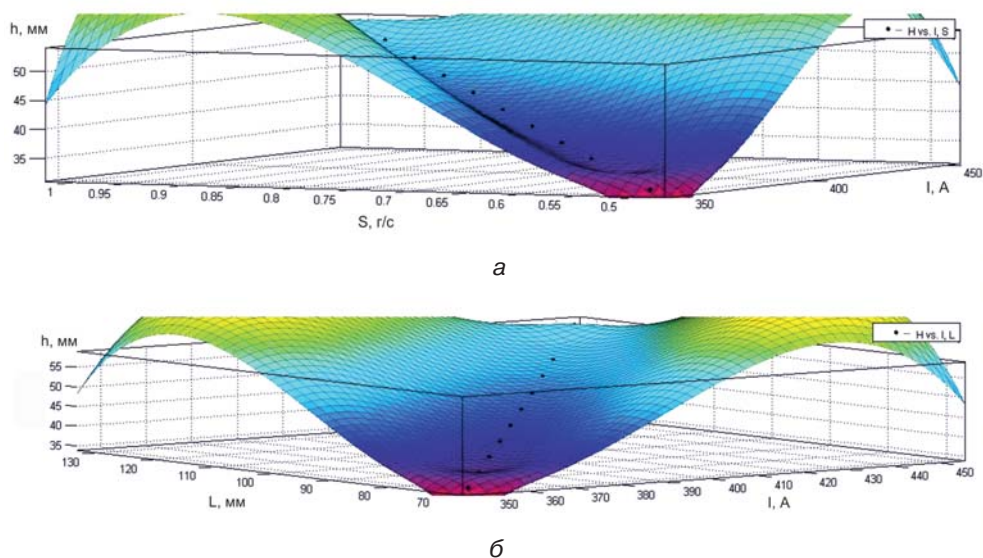


Рис. 1. Поверхность отклика функций: $a - h = f(I, S)$; $b - h = f(I, L)$; h – максимальная толщина в пятне распыла, мм; I – сила тока, А; S – суммарный расход газа, г/с; L – дистанция напыления, мм

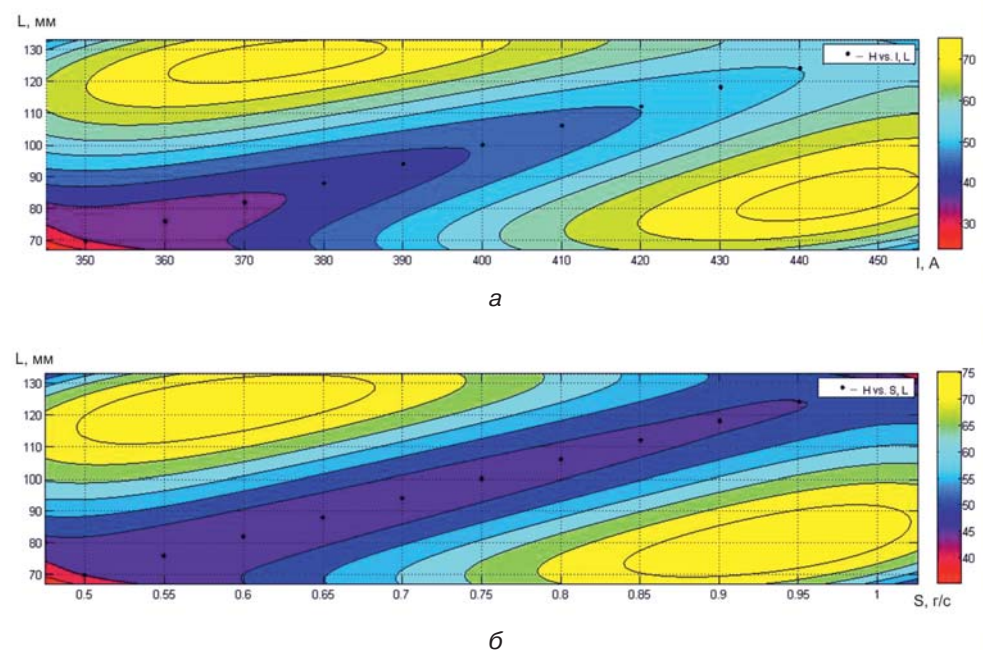


Рис. 2. Проекция изолиний поверхности отклика функций: $a - h = f(I, L)$; $b - h = f(S, L)$

как нормальным, так и вейбулловским законами распределения, причем их применение находится в прямой зависимости от параметров режима напыления [11, 14].

Наибольшее отклонение от эмпирического распределения толщины получено при использовании логарифмически нормального распределения. Несмотря на то, что вейбулловское распределение наиболее точно отражает характер

эмпирической кривой распределения, оно вносит небольшую погрешность при расчете максимальной толщины по сравнению с нормальным законом. Поэтому распределение толщины по пятну напыленного слоя принималось нормально эллиптическим.

Расчет параметров распределения толщины в зависимости от режимов напыления производится по следующим адекватным уравнениям:

$$h_{01} = 13,539 + 0,63x_1 - 3,53x_2 - 2,25x_3 + \\ + 2,12x_1^2 + 0,59x_2^2 + 0,63x_3^2 + 0,36x_1x_2 + \\ + 0,45x_1x_3; \quad (13)$$

$$S_{11} = 7,816 + 0,12x_1 - 0,28x_2 + 1,25x_3 + \\ + 0,24x_1^2 - 0,28x_2^2 - 0,58x_3^2 + 0,14x_1x_3 - 0,12x_2x_3; \quad (14)$$

$$\bar{z}_1 = 22,46 + 1,34x_1 - 0,88x_2 + 2,8x_3 + 2,12x_1^2 - \\ - 1,26x_3^2 - 0,54x_1x_2 + 1,85x_1x_3 - 1,61x_2x_3; \quad (15)$$

$$h_{02} = 7,954 + 0,33x_1 - 2,73x_2 - 1,51x_3 + \\ + 1,38x_1^2 + 0,63x_2^2 + \\ + 0,99x_3^2 + 0,44x_1x_2 + 0,28x_1x_3; \quad (16)$$

$$S_{12} = 5,174 - 0,21x_2 + 1,16x_3 + 0,37x_1^2 + 0,25x_1x_3; \quad (17)$$

$$\bar{z}_2 = 19,02 - 1,57x_2 + 1,96x_3 + 1,96x_1^2 + 0,6x_2^2 - \\ - 0,85x_3^2 - 0,19x_1x_2 + 1,37x_1x_3 - 0,64x_2x_3. \quad (18)$$

При движении распылителя в направлении какой-либо из главных осей (z_j ; $i, j = 1, 2$) с постоянной скоростью V и производительностью напыления G_n (г/с) определена максимальная толщина нанесения покрытий:

$$h(z_j) = \frac{\eta G_i}{\sqrt{2\pi} S_{1j} \gamma_n V} \exp \left[-\frac{(z_j - \bar{z}_j)^2}{2S_{1j}^2} \right], \quad (19)$$

где V – скорость напыления, м/с;

η – коэффициент использования порошка;

S_{1j} – среднее квадратичное отклонение;

γ_n – плотность покрытия, г/см³;

G_n – производительность напыления (г/с).

Значения η , S_{1j} для выбранных режимов напыления подсчитываются по уравнениям (11), (14) или (17), а плотность покрытия γ_n определяется экспериментальным путем. При этом величина оптимального шага t , обеспечивающего получение равномерного по толщине покрытия по всей поверхности изделия, рассчитывается по формуле

$$t = 1,6952 S_{1j},$$

полученной из соотношения $h(kt) = (kt+0,5)$, где $k = 2, 3, \dots$

Таким образом, предложенные подходы к моделированию процесса формирования структуры газотермических покрытий и оценка их структурно-функциональных характеристик позволяют целенаправленно оптимизировать с необходимыми для практики свойствами. Кроме того, появляется возможность формулировать требования к применяемому оборудованию и исследовать его технологические возможности с точки зрения обеспе-

чения заданных характеристик функциональных покрытий.

Выводы

1. Использование методов планирования активного эксперимента для проведения и обработки результатов позволяет значительно сократить объём экспериментальных работ. При этом обработка результатов экспериментальных исследований по данной методике дает возможность построить математические модели и универсальные статистические характеристики процесса, позволяющие установить закономерности влияния технологических режимов на распределение толщины газотермических покрытий, а также выбрать их оптимальные значения, гарантирующие получение слоев с равномерной толщиной.

2. Проведение исследований в едином технологическом цикле обеспечивает получение параметров распределения максимальной толщины покрытий в зависимости от управляемых режимов их нанесения и тем самым существенно повышает качество проведения испытаний в целом.

Список

использованных источников

1. Газотермическое напыление: учеб. пособие / под общей ред. Л.Х. Балдаева. М.: Маркет ДС, 2007. 344 с.
2. Практические применения газотермических технологий нанесения защитных покрытий: руководство для инженеров. М.: ООО «Термал-Спрей-Тек», 2009. 72 с.
3. Солоненко О.П., Бледнов В.А., Иордан В.И. Компьютерное проектирование газотермических покрытий из порошков металлов / Теплофизика и аэромеханика. 2011. Т. 18. № 2. С. 265-283.
4. Эффективные технологические методы нанесения покрытий газопламенным напылением / И.Н. Кравченко, В.М. Корнеев, А.А. Коломейченко, И.Е. Пулавцев // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». № 1. 2015. С. 36-41.
5. Кудинов В.В., Бобров Г.В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование. М.: Металлургия, 1992. 432 с.
6. Пузряков А.Ф. Теоретические основы технологии плазменного напыления: учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. 360 с.
7. Бледнов В.А. Разработка вычислительной технологии для моделирования формирования слоистой структуры плазменных покрытий из порошков металлов: дис...канд. техн. наук: 05.13.18. Новосибирск, 2011. 212 с.
8. Гайдар С.М. Планирование и анализ эксперимента: учебник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2015. 548 с.
9. ГОСТ Р 50779.27-2007. Статистические методы. Критерий согласия и доверительные интервалы для распределения Вейбулла. М.: Стандартинформ, 2008. 12 с.
10. Исследование свойств плазменных покрытий на основе применения регрессионного анализа / А.Ф. Пузряков, И.Н. Кравченко, А.А. Коломейченко, И.Е. Пулавцев // Ремонт. Восстановление. Модернизация. 2015. № 10. С. 28-32.

11. Оптимизация режимов нанесения многофункциональных покрытий повышенной толщины и прочности / И.Н. Кравченко, Е.В. Панкратова, Е.М. Бобряшов, Е.М. Зубрилина // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2013. № 3. С. 43-50.

12. Плазменное восстановление и упрочнение рабочих органов почво-обрабатывающих и землеройных машин / И.Н. Кравченко, Ю.А. Кузнецов, А.А. Коломейченко // Техника и оборудование для села. 2014. № 10. С. 27-31.

13. Оценка надежности машин и оборудования: теория и практика / И.Н. Кравченко, Е.А. Пучин, А.В. Чепурин [и др.]; под ред. проф. И.Н. Кравченко. М.: Инфра-М, 2012. 336 с.

14. Технологии нанесения защитных и износостойких покрытий повышенной прочности: монография / А.Ф. Пузряков, И.Н. Кравченко, И.К. Соколов [и др.]. М.: Изд-во «Эко-Пресс», 2013. 300 с.

Optimization of Formation Process of Equal Thickness Gas-Thermal Coatings

I.N. Kravchenko, S.M. Gaydar, M.Yu. Karelina, N.I. Salyaev

Summary. The article discusses the statistical methods for mathematical modeling of the process, on the basis of which the regularities of the technological modes influence on distribution of gas-thermal coatings thickness are defined. The recommendations on selecting their optimal values, which ensure layers of uniform thickness, are developed. An approach to modeling the process of formation of gas-thermal coatings structure is suggested. The results of computing experiments illustrating the operability of the optimization technology are presented.

Key words: gas-thermal technologies, protective coatings, normal law of distribution, Weibull distribution, mathematical modeling, regression equation, technological process.

Информация

Международный агропромышленный молочный форум-диалог к развитию отрасли

18-19 ноября 2015 г. в Доме правительства Московской области состоялся Второй Международный агропромышленный молочный форум, организатором которого выступило Правительство Московской области при информационной и организационной поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Форум был посвящен вопросам импортозамещения в молочной промышленности и развитию отрасли. Среди ключевых тем форума – привлечение инвестиций для развития молочной промышленности в регионе, эффективный контроль качества и безопасности производства молочной продукции, использование инновационных технологий в племенном молочном животноводстве.

Минсельхоз России отмечает рост производства молока в сельскохозяйственных организациях: за восемь месяцев 2015 г. его производство увеличилось на 215,9 тыс. т (+2,2%) и составило 10128,7 тыс. т. Наибольший прирост продукта за указанный период получен в Кировской, Вологодской, Воронежской и Калужской областях, а также Республике Татарстан.

По традиции форум открыл губернатор Московской области Андрей Воробьев, обратившись к гостям с приветственной речью, затем состоялось пленарное заседание, где были рассмотрены тренды и прогнозы развития отрасли, а также программы поддержки бизнеса.

В числе спикеров форума: губернатор Московской области Андрей Воробьев, заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Аркадий Дворкович, заместитель председателя правительства Московской области Денис Буцаев, министр сельского хозяйства и продовольствия Московской области Дмитрий Степаненко, директор Департамента животноводства и племенного дела Минсельхоза России Владимир Лабинов и др.

В форуме приняли участие около 2 тыс. представителей из 32 стран (Россия представлена 15 регионами), среди

которых руководители федеральных и региональных органов законодательной и исполнительной власти, специалисты крупных отечественных и иностранных предприятий молочной отрасли, научно-исследовательских и образовательных организаций, отраслевых союзов, представители СМИ, промышленники и предприниматели, работающие в сфере молочной индустрии и в смежных с ней отраслях. Участники обсудили аспекты переработки молока в современных реалиях, способы оптимизации цепочки поставок молочной продукции – от производителя до полки магазина, кадровые вопросы.

В рамках первого дня форума Министерство сельского хозяйства Российской Федерации подписало семь соглашений о сотрудничестве, в том числе с фондом нидерландско-российского животноводства – по развитию проектов в области животноводства и обмена опытом, с ВТБ, Тимирязевской академией. На выставке были представлены продукция и оборудование 43 компаний, среди которых «Братья Чебурашкины», Группа компаний Danon, Кизельманн Рус, РосАгроМаркет, ОАО «Русское молоко», ВНИМИ, Гидротрон, Биокомплекс, ООО «Экомаш» и др. Научно-информационное обеспечение осуществляло ФГБНУ «Росинформагротех» Минсельхоза России. Основное внимание было уделено вопросам строительства, реконструкции, технологическому и техническому переоснащению молочных ферм, в том числе семейных, внедрению инновационных разработок при производстве кормов, развитию племенного животноводства.

**Н.В. Березенко,
О.В. Слинко
(ФГБНУ «Росинформагротех»)**

УДК 633.854.54:664.5

Социально-технологические основы создания функциональных продуктов питания на основе льна масличного

М.М. Войтюк,

д-р экон. наук, директор

(Московский филиал

ФГБНУ «Росинформагротех»

(НПЦ «Гипронисельхоз»),

mpc@giproniselkhoz.ru

В.А. Зубцов,

д-р мед. наук, зав. отделом,

И.Э. Миневич,

канд. техн. наук, вед. науч. сотр.,

Л.Л. Осипова,

ст. науч. сотр.

(ФГБНУ ВНИИМЛ),

vniiml1@mail.ru



Аннотация. Показана динамика выращивания льна масличного в льносеющих регионах России. Рассматриваются его пищевые и технические характеристики, а также перспективы использования для массового питания незащищенных слоев населения страны. Представлены инновационные технологии переработки сырья и производства функциональных продуктов питания на основе льна масличного.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, функциональные продукты питания, лен масличный, нутриенты.

В условиях реализации российскими сельхозтоваропроизводителями задач продовольственной безопасности страны особую актуальность приобретает задача создания продуктов питания нового поколения – функциональных продуктов питания (ФПП) на основе отечественного растительного сырья, что связано с недостаточной обеспеченностью населения жизненно важными продуктами питания и нутриентами [1].

Перспективным отечественным растительным сырьем для функциональных продуктов питания является лен масличный, что объясняется достаточно широким ареалом его распространения и уникальностью

функциональных ингредиентов, входящих в его состав.

Начиная с 2013 г. в нашей стране отмечается своеобразный бум этой культуры. Высокий спрос на продукцию, производимую из льна масличного, делает его выращивание весьма выгодным, этим объясняется и ежегодный рост посевных площадей. Так, в 2005 г. посевы льна масличного в Российской Федерации составляли всего 30,9 тыс. га, в 2009 г. они возросли до 145,9 тыс. га, т.е. почти в 5 раз, в 2013 г. – до 364,8 тыс. га, или практически в 12 раз. Основные льносеющие регионы России – Ставропольский край, Ростовская и Самарская области. Быстро расширяется его производство в Алтайском крае.

В целом лен масличный остается одной из наиболее многосторонних технических культур. При производстве ФПП используются семена льна и их производные, а также льняное масло и его составляющие. Льняное масло – ценнейший пищевой продукт, 1 весовая единица которого заменяет 2,25 ед. сахара, 4 ед. хлеба и 8 ед. картофеля. Вот почему во время поста крестьяне полностью переходили на использование в пищу так называемого постного масла. Семена льна характеризуются высоким содержанием полиненасыщенных жирных

кислот, которые служат источником энергии организма человека, являются структурными компонентами фосфолипидных клеточных мембран тканей. Льняное семя – источник белков, растворимых полисахаридов, фенольных кислот и флавоноидов, фитина, токоферолов и других биологически активных компонентов. Из льносемян получают льняное масло, активным лечебно-диетическим компонентом которого является линоленовая жирная кислота, относящаяся к так называемым полиненасыщенным жирным кислотам, а также растворимые пищевые волокна и антиканцерогенные соединения, известные как лигнаны. Льняной белок содержит в своем составе все незаменимые для организма человека аминокислоты и обладает биологической активностью. Помимо белка, семена льна содержат слизь, которая представляет собой легко диспергирующиеся в воде углеводы, состоящие преимущественно из нередуцирующих сахаров и альдобиноновой кислоты. Все это выдвигает лен масличный в число ценнейших растительных культур для создания функциональных продуктов питания.

Проблема создания ФПП на основе льна масличного для граждан России весьма актуальна по ряду причин.



Во-первых, по данным официальной статистической отчетности, в 2013 г. численность российских граждан с денежным доходом ниже величины прожиточного минимума составила 15,6 млн человек, это означает, что более 11% россиян относятся к категории «бедных» и имеют ограниченные возможности доступа к полноценным сбалансированным ресурсам питания, содержащим жизненно важные нутриенты, дефицит которых приводит к истощению физических возможностей организма человека и снижению иммунитета [2, 3]. В сельской местности ситуация еще сложнее – уровень бедности в 1,7 раза превышает допустимую (по международным оценкам) 10%-ную планку, и локализация сельской бедности с каждым годом нарастает. В 2013 г. прервалась тенденция опережения темпов роста среднестатистических располагаемых ресурсов сельских домашних хозяйств по сравнению с городскими, которая наблюдалась с 2006 г. Соотношение этих обобщающих показателей материального положения семей снизилось с 65,3 до 60%. Основной причиной бедности сельских семей является заниженная общественная оценка сельскохозяйственного труда. Последние пять лет заработная плата в сельском хозяйстве балансирует около 50%-ной отметки по отношению к среднероссийскому уровню, не обеспечивая ни полноценного сбалансированного питания, ни воспроизводства рабочей силы. Во-вторых, потребление продуктов питания у 10% сельских семей характеризуется не только структурной несбалансированностью, но и абсолютным дефицитом. «Стол» этих семей значительно уступает даже официально утвержденному набору продуктов питания в прожиточном минимуме и имеет в основном углеводно-жировой характер с дефицитом по ряду биогенных нутриентов, поэтому его структура, по оценке специалистов, нуждается в существенной коррекции. В-третьих, наши предки в течение дня тратили много энергии и вместе с большим количеством еды и широким пищевым рационом получали достаточно

витаминов и микроэлементов. Сегодня население находится совсем в других «энергетических» условиях и уменьшение объемов потребляемых продуктов должно компенсироваться их обогащением. В 2012 г. сельские домохозяйства в расчете на одного члена семьи потребляли меньше по сравнению с городскими мяса и мясopодуlктов – на 8,9 кг, молока и молокопродуктов – на 25,2, фруктов и ягод – на 16,9 кг и больше хлеба – на 24,7 кг. Выходом из создавшейся ситуации может быть создание на основе отечественного растительного сырья, в том числе льна масличного, функциональных продуктов питания для массового потребления их населением страны [4, 5].

Использование льна масличного в технологиях производства функциональных продуктов питания требует обеспечения стабильного качества сырья. Известно, что значительное содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в семенах льна является привлекательным для потребителя, но сдерживает их широкое использование производителями пищевой продукции из-за опасения окислительной порчи их липидного компонента. На основе исследований по влиянию высокотемпературной инфракрасной обработки семян льна в ГНУ ВНИИМЛ была разработана и запатентована технология получения стабилизированных семян льна с практически нулевой активностью окислительных ферментов, улучшенными органолептическими свойствами и повышенным объемом. В таких стабилизированных семенах льна сохраняется ценный компонентный состав вследствие того, что их окислительные ферменты не инициируют снижение качества продуктов. Такие семена можно использовать в технологиях изготовления хлебобулочных, макаронных и кондитерских изделий массового потребления, диетического, лечебно-профилактического и функционального назначения в целом и диспергированном виде для повышения их пищевой и биологической ценности [6].

Начиная с 2000 г. в ГНУ ВНИИМЛ ведутся фундаментальные исследо-

вания по глубокой переработке семян льна с целью создания компонентов для пищевой промышленности. В первую очередь это касается разработки технологий по получению льняного белка в высококонцентрированных формах (концентрат, изолят).

Выделение белковых комплексов непосредственно из семян льна осложняется наличием в них значительного количества липидов. Экстракцию белка также сопровождают водорастворимые коллоидальные углеводы, находящиеся в слизи льняного семени.

На базе комплексного подхода к извлечению ценных компонентов из семени льна разработана единая технология получения льняной белковой муки, концентрата и изолята. Разработанная технология позволяет извлечь из льняного сырья до 70% полноценного белка [7].

Функциональные свойства льняного белка, такие как связывание воды, абсорбция масла, эмульгирующая способность, сравнимы с аналогичными свойствами широко используемого соевого белка. В связи с этим растет внимание исследователей и технологов к льняному белку и получению белковых продуктов из семян льна.

Исследования, проводимые специалистами ВНИИМЛ, позволили установить, что применение льняной муки, льняных белковых концентратов, изолятов дает ряд положительных технологических эффектов: способствует созданию устойчивых эмульсий, снижает потери влаги при термической обработке и хранении продуктов, повышает плотность и улучшает консистенцию эмульсионных продуктов. Кроме того, применение льняных белковых продуктов приводит к повышению пищевой и биологической ценности конечных продуктов питания, а также усвояемости всех белков, содержащихся в них.

Дополнительным продуктом разработанной технологии является полисахаридный комплекс, который может использоваться в качестве регулятора консистенции пищевых систем.



В настоящее время в пищевых технологиях, особенно в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий, все активнее используются семена льна и льняная мука, что обусловлено компонентным составом семян льна и продуктов его переработки.

В качестве функциональной добавки семена льна входят в состав смеси «8 злаков» и ряд других хлебопекарных смесей. Их добавляют для усиления оздоровительных эффектов при производстве зернового хлеба из пророщенного зерна пшеницы [8].

Льняная мука для хлебопечения может быть трех видов: необезжиренная, полуобезжиренная и обезжиренная. Необезжиренная льняная мука вырабатывается из промытых, подсушенных семян и содержит все биологически активные их компоненты. Полуобезжиренную льняную муку получают измельчением обезжиренных семян после удаления льняного масла методом «холодного» прессования. В такой муке снижено содержание жирового компонента, и она может быть рекомендована для выработки сортов хлебобулочных изделий с пониженной калорийностью. Как следует из анализа научных источников и практического опыта, содержание льняной муки в объеме 10-25% относительно хлебопекарной не портит структуру и органолептические показатели изделий.

По водоудерживающей способности (ВУС) обезжиренная и полуобезжиренная льняная мука превосходит соевые белковые продукты в 1,3-2,5 раза.

Жирудерживающая способность (ЖУС) (60-80%) сопоставима с соевыми белковыми продуктами (75-80%). Важным функциональным свойством белков является их эмульгирующая способность (ЭС). Все образцы льняных белковых продуктов обладают хорошей эмульгирующей способностью: от 75 (необезжиренная льняная мука, концентрат белка) до 100% (обезжиренная льняная мука и полуобезжиренная). У соевых белковых продуктов ЭС находится в пределах 52-75%. По результатам исследования, критическая кон-

центрация гелеобразования (ККГ) полуобезжиренной и обезжиренной льняной муки, концентрата льняного белка составляет 10-15%, что говорит о хорошей гелеобразующей способности (ККГ соевого белкового концентрата – 18%). Концентрат льняного белка имеет высокий показатель пеноустойчивости (ПУ) – 83,3% при pH=6, хотя пенообразующая способность (ПС) низкая – 12%. Возможно, в пределах изоэлектрической точки белка существует баланс между силами притяжения и отталкивания, и частицы при взаимодействии друг с другом принимают форму пены, что и является причиной высокой ПУ [9]. Установлено, что функциональные компоненты льняной муки, например полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), достаточно стабильны в условиях хлебопечения: содержание а-линоленовой кислоты в процессе выпекания булочной смеси при температуре 218°C не меняется [10]. Льняная мука в качестве функционального компонента вводится в рецептуры хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Это позволяет снизить содержание жирового компонента по сравнению с типовыми рецептами за счет масляной составляющей льняного сырья и увеличить количество жидкости, так как семена льна обладают высокой водосвязывающей способностью.

Современный человек становится более требовательным к ассортименту и качеству продуктов питания. Заправки для салатов и соусов занимают одно из важнейших мест на столе потребителя. В связи с этим особое значение приобретают поиск и изучение характеристик новых ингредиентов для технологии производства майонезов и соусов с низким содержанием холестерина и высоким содержанием физиологически функциональных веществ. В качестве нового биологически активного эмульгатора-стабилизатора предлагается использовать льняную муку (после холодного отжима).

Эмульсионные соусы с льняной мукой позволили получить низкокалорийные продукты для функционального питания (содержание жира –

25-27%) без использования яичных и молочных продуктов, химических консервантов, загустителей, эмульгаторов, антиокислителей, ароматизаторов и красителей. Высокое качество и биологическая ценность соусов с льняной мукой обусловлены высоким содержанием в ней белка, пищевых волокон, микроэлементов, витаминов.

Пищевая ценность разработанных эмульсионных продуктов определяется полноценным, хорошо усвояемым льняным белком, а также оптимальным жирнокислотным составом за счет использования смеси растительных масел. Смесь состоит из подсолнечного, оливкового и льняного масел в соотношении 6:3:1. Такое купажированное масло характеризуется рекомендуемым соотношением ПНЖК класса $\omega - \omega$ -6: ω -9: ω -3 = 7:1,6:1.

Льняная мука положительно влияет на текстуру продукта, имеет оригинальный ореховый вкус, хорошо сочетается с рецептурными компонентами, позволяет разработать рецептуры новых жировых эмульсионных продуктов, практически не изменяет технологический процесс приготовления соусов и майонезов. Использование льняной муки в качестве эмульгатора позволяет обеспечить требуемую вязкость продукта, хорошую консистенцию, отличную стойкость эмульсии, устойчивость продукта при хранении, экономичность технологического процесса, приготовление продуктов любой жирности. С целью снижения калорийности, обогащения продукта пищевыми волокнами, витаминами, макро- и микроэлементами в соусе и майонезе часть крахмала можно заменять льняной мукой. Майонезы и соусы, содержащие пищевые волокна льняного семени в количестве не менее 3 г на 100 г продукта, в соответствии с рекомендациями ФАО/ВОЗ рассматриваются как источник этого функционального ингредиента; при содержании 6 г ПВ в 100 г продукта – считаются обогащенными пищевыми волокнами. Разработанные соусы рекомендуется использовать для массового питания в качестве приправы к холодным блюдам в

рационах различных категорий потребителей.

Семена льна и продукты их переработки повышают содержание функциональных компонентов, таких как белки, ПНЖК, пищевые волокна в пищевых изделиях и являются перспективным сырьем для выработки ассортимента продукции профилактического назначения.

Несмотря на многолетние усилия ФГБНУ ВНИИМЛ по пропаганде и внедрению технологий глубокой переработки семян льна в пищевую промышленность, пока не удается организовать значимого производства в данной области.

Для развития производства функциональных пищевых продуктов необходима координация подобной деятельности в рамках государственных программ, а также создание Ассоциации разработчиков и производителей ингредиентов и готовых ФПП. Формирование подобной структуры, а также действующих в ее рамках малых инновационных предприятий с квалифицированным и инициативным персоналом позволит организовать весь процесс – от выращивания льна масличного до реализации изделий. Подобные структуры уже существуют в мировой практике как кооперация малых предприятий различных направлений деятельности. Эта схема дает возможность осуществлять строгий контроль всех этапов производства – от заготовки качественного сырья до выпуска финального продукта с заданными потребительскими характеристиками. Эту задачу необходимо решать в единой цепочке, которая должна включать в себя следующие стадии:

- выращивание сырья в экологически сертифицированных условиях в соответствии с международными стандартами качества сельскохозяйственной продукции;

- глубокая переработка растительного сырья с использованием современных методов;

- проведение комплексных испытаний разрабатываемого продукта с оценкой его органолептических, механических, физико-химических и биологических свойств;



- выпуск ФПП, соответствующих международным стандартам качества, обеспечивающих продовольственную безопасность страны и имеющих высокий экспортный потенциал.

Таким образом, имеющийся опыт свидетельствует, что целесообразным с социальной и технологической точек зрения способом кардинального решения проблемы дефицита потребления населением необходимых нутриентов является выпуск функциональных пищевых продуктов на основе льна масличного. ФПП, обогащенные недостающими витаминами, макро- и микроэлементами до уровня, соответствующего физиологическим потребностям человека, гарантируют доступное и сбалансированное питание для малоимущих слоев российских граждан и способствуют улучшению здоровья всей нации.

Список

использованных источников

1. **Войтюк М.М.** «Формирование региональной стратегии развития инфраструктуры сельских территорий». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 268 с.
2. **Войтюк М.М.** «Управление качеством жизни сельского населения». М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 100 с.
3. Индекс человеческого развития в странах мира 2013 года. [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий ООН. RL: <http://gtmarket.ru/news/>

2013/03/14/5622 (дата обращения: 05.02.2015).

4. **Войтюк М.М.** Социально-экономическая инфраструктура как фактор развития сельских территорий. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2012. 144 с.

5. Итоги реализации ФЦП «Социальное развитие села до 2013 года» за 2003-2013 гг.: информ. издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. 156 с.

6. **Осипова Л.Л., Миневич И.Э., Зубцов В.А.** Исследование функциональных свойств льняных белковых продуктов / Сб. науч. трудов по матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы – основа модели стратегического развития АПК в XXI веке». 2011. Тверь, ТГСХА. 4.2. С. 73-74.

7. Способ получения пищевой муки из семян масличных культур, в частности семян льна: пат. № 2376344 Рос. Федерация; МПК А 23J 1/14, С 11В1/14, С 11В 1/10. / И.Э. Миневич, В.А. Зубцов, Т.Б. Цыганова, А.Л. Григорьева, Л.Л. Осипова. Заявка № 2008132575. Заявл. 06.08.2008. Опубл. 20.12.2009. Бюл. № 35. 3 с.

8. Способ снижения ферментативной активности семян льна: пат. № 2464799 Рос. Федерация; МПК А 23J 1/14, А 23J 3/14 / И.Э. Миневич, Л.Л. Осипова, В.А. Зубцов. Заявка № 2011130607. Заявл. 21.07.2011. Опубл. 27.10.2012. Бюл. № 30. 4 с.

9. Состояние социально-трудовой сферы села и предложения по ее регулированию. Ежегодный доклад по результатам мониторинга 2013 г.: науч. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014, вып. 15. 268 с.

10. Chen Z-Y, Rathayake W.M.N. Oxidative stability of flaxseed lipids during baking / J.Am.Oil. Chem.Soc. 1994. V. 71. P. 629-632.

Social and Background Technologies of Functional Food Creation Based on Oil Flax

M.M. Voytyuk, V.A. Zubtsov, I.E. Minevich, L.L. Osipova

Summary. The article presents the dynamics of flax cultivation in the regions of Russia growing this culture. It discusses edibility and technical characteristics of oil flax and prospects for its mass use by the country's socially vulnerable population. The innovative technologies of raw material processing and production of functional food based on oil flax are presented.

Key words: food security, functional food, oil flax, nutrients.

Перечень основных материалов, опубликованных в 2015 г.

Выпуск 1

Черноиванов В.И. Возможности применения интеллектуальных систем в конструкциях машин нового поколения	2
Татаров Л.Г., Киреева Н.С., Каняева О.М. Способ удаления отравляющих газов из канализационных колодцев	5
Махмутов М.М., Быковский В.С. Обоснование диаметра фрезерного барабана почвообрабатывающей машины	7
Труфляк Е.В., Винецкий Е.И., Курченко Н.Ю., Скоробогаченко И.С. Посев семян овощных культур и табака гидравлическим способом с использованием электроактивированной воды	10
CLAAS – инновационные решения 2015 года!	14
Ольгаренко Г.В. Развитие технологий и техники микроорошения	17
Ильин И.В., Путан А.А., Курячий М.Г., Игнаткин И.Ю. Эффективные системы охлаждения для животноводства	22
Кузьмин А.М., Водяков В.Н. Производство термопластичных композиционных материалов на основе растительных отходов АПК	26
Шванская И.А., Коноваленко Л.Ю., Неменуца Л.А., Парфеньева А.И. Комплексный подход к утилизации и рециклингу отходов	30
Васильев А.Е., Голубев И.Г. Импортзамещение запасных частей сельскохозяйственной техники	34
Скоркин В.К., Ларкин Д.К., Аксенова В.П., Андрюхина О.Л. Применение экономико-математической модели при реконструкции и модернизации молочных ферм	39
Дубровин А.В., Гусев В.А. Экономически оптимальное управление раздельным кормлением кур и петухов при содержании их в клеточных батареях	44

Выпуск 2

Башилов А.М. Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии в аграрном производстве	2
Мирзоянц Ю.А., Фириченков В.Е., Тихонов И.А. Устройство для заточки режущих пар стригальной машинки для овец	7
Ерохин М.Н., Стрельцов В.В., Лапик В.П. Исследование динамических нагрузок гусеничной машины на почву	9
AXION 900 – самый популярный трактор CLAAS в России – больше комфорта и эффективности!	12
Шрейдер Ю.М. Повышение эффективности зерноуборочных комбайнов с аксиально-роторными молотильно-сепарирующими устройствами	16
Фролов В.Ю., Сысоев Д.П., Класнер Г.Г. Моделирование технологического процесса измельчения замоченного зерна сои	20
Коломейченко А.В., Титов Н.В., Кондрахин Н.А., Литовченко Н.Н., Поджарая К.С. Исследование технологических возможностей карбовибродугового метода упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин	24
Маринченко Т.Е., Кузьмин В.Н. Метод оценки и механизм отбора перспективных инновационных проектов в агропромышленном комплексе	27
Косенко В.В., Носов Г.И. О необходимости использования гусеничных тракторов в сельском хозяйстве России	31
Тихонравов В.С. Глубокая переработка зерна – получение продукции с высокой добавленной стоимостью	36
Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Березенко Н.В., Слинько О.В. Анализ методов распространения информации, и ее востребованность в АПК	41
Шадская И.Г. Сельский туризм как направление устойчивого развития сельских территорий Тверской области	45

Выпуск 3

Сорокин Н.Т. Научное обеспечение агропромышленного комплекса учеными ФГБНУ ВНИИМС	2
Рычков В.А. О формировании современной подсистемы машин и оборудования для агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства	5
Сидоркин В.И., Глазунов И.С. Результаты модернизации четырехрядной клоновой картофелесажалки	8
Хрипин В.А., Макаров В.А. Инновационная техника для внесения минеральных удобрений	10
Новиков Н.Н., Белых С.А. Влияние рельефа на формирование адаптивного кормопроизводства	14
Измайлов А.Ю., Гайбарян М.А., Сорокин К.Н., Ушаков О.В. Новая технологическая линия для производства комплексных удобрений на основе гуминовых	17
Кузьмин Н.А., Митрофанов С.В. Эффективность применения комплекса фульвогуматов, микроудобрений и бактериальных препаратов при обработке семян ячменя ярового	20
Старцева А.А. Исследование содержания NPK в зерне и соломе ярового ячменя под влиянием биопрепаратов и минеральных удобрений	23
Гайдар С.М., Карелина М.Ю. Инновационное техническое средство для нанесения защитной молекулярной пленки на поверхность машин	26
Орлов Н.Н. О проблемах внедрения инновационных разработок в АПК России	30
Солдатов Т.Г., Артамонов В.А. Информационные технологии в управлении производством продукции растениеводства: опыт и перспектива	33

Федорова Е.А., Варфоломеева М.М., Фомина И.В. Автоматизация выбора и расчета потребности в пестицидах для защиты зерновых культур и картофеля	37
Грачев Н.Н., Денисов А.В., Машков И.С. Информационно-алгоритмическое обеспечение специальной оценки условий труда в сельхозпредприятиях	42
Любченко В.Б., Старцева А.А. О научном взаимодействии на международном уровне: состояние и перспективы	45

Выпуск 4

Морозов Н.М. Организационно-экономические и технологические основы разработки стратегии развития механизации и автоматизации подотраслей животноводства	2
Дородов П.В., Гусева Н.В. Совершенствование установки для исследования напряженно-деформированного состояния в плоских прозрачных моделях деталей сельскохозяйственной техники	10
Курков Ю.Б., Бряков В.К., Краснощеква Т.А., Гудкин А.Ф., Бряков И.В., Власенко Н.К. Совершенствование процесса дробления зерна	14
Аюгин П.Н., Аюгин Н.П., Халимов Р.Ш. Модернизация системы охлаждения тракторного двигателя	17
Лапик В.П. Определение изгибной жесткости элементов резиноcordного трака гусеничного движителя	21
Щитов С.В., Воякин С.Н., Калинин А.В. Исследование предпосевной обработки семян сои тепловыми и электромагнитными полями	23
Коваль З.М. Исследование ресурсосберегающего способа опрыскивания растений пневмогидравлическими устройствами	26
Алдошкин А.А. Принципы и подходы к использованию мобильных технических средств полива в сельскохозяйственном производстве России	30
Измайлов А.Ю., Сорокин К.Н. Развитие конструкций перистальтических насосов в технологиях производства гуминовых удобрений	34
Качественная кормоуборочная техника – залог высокой продуктивности стада	37
Фролов В.Ю., Сысоев Д.П., Журтов А.Х. К вопросу совершенствования работы кормораздатчиков с вертикальным шнековым рабочим органом	40
Логачев В.Н., Чернышов Н.С. Восстановление шатунных двигателей Briggs&Stratton пайкой с последующим упрочнением МДО	43
Дубровин А.В. Экономически оптимальное дозирование жидкого или полужидкого водного раствора лекарственных препаратов животным и птице	45

Выпуск 5

Морозов М.Н. Организационно-экономические и технологические основы разработки стратегии развития механизации и автоматизации подотраслей животноводства	2
Пашин Е.Л., Енин М.С., Румянцев И.А. Разработка новой слоеформирующей машины агрегата для получения трепаного льна	9
Сенников В.А., Щитов С.В., Сеникова Н.Н., Кузнецов Е.Е. Снижение влияния неустановившегося характера крюковой нагрузки на выходные параметры трактора	13
Ольгаренко Г.В., Булгаков В.И. Техническое обеспечение орошаемого земледелия в малых формах хозяйствования	16
Рациональный подход к уборке зерновых культур машинами CLAAS	20
Колчина Л.М. Ресурсосберегающие технические средства для контурной обрезки плодовых насаждений	23
Кожевников Ю.А., Чижииков А.Г. Получение гуминовых кислот с использованием ультразвука	27
Титов Н.В., Коломейченко А.В., Логачев В.Н., Булавинцев Р.А., Пупавцев И.Е., Чернышов Н.С. Исследование технического состояния стрелчатых лап посевного комплекса John Deere, упрочненных карбовибродуговым методом	30
Комаров В.А., Мачнев В.А., Григорьев А.В. Формирование надежности ремонтно-технологического оборудования на сервисных предприятиях	33
Воронов А.Н., Костомахин М.Н. Метод определения фактического значения коэффициента отдачи аккумулятора	37
Лукьянов Б.В., Лукьянов П.Б., Дубровин А.В. Управление запасами кормов на животноводческом предприятии	39
Тихомиров А.И., Чинаров В.И. Организация информационно-аналитического обеспечения селекционно-племенной работы в свиноводстве	44

Выпуск 6

Федоренко В.Ф. Распоряжение правами и использование результатов интеллектуальной деятельности в сфере сельского хозяйства	2
Бурьянов А.И., Дмитренко А.И. Современные тенденции развития мобильных энергетических средств для села	8
Утемуратов Ж.Ж., Усманов А.С. Модернизированное устройство для очистки и аэрозольной санитарной обработки крупного рогатого скота	14
Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С. Повышение производительности колесных тракторов путем модернизации их ходовой системы	18
Лапик В.П., Дьяченко В.П. Определение радиуса кривизны слоя резиноармированной гусеницы и распределения нагрузки между опорными катками гусеничного движителя	22

Гжибовский С.А. Система аэрозольного орошения КАУ-1М для поддержания микроклимата в термически напряженный период	25
Локализация на заводе «КЛААС» в г. Краснодаре	28
Городничев В.И. Концептуальная модель автоматического управления дождевальными машинами фронтального перемещения	30
Успенский И.А., Волченков Д.А., Рембалович Г.К., Голиков А.А., Филлюшин О.В., Лапин Д.А. Перспективная схема картофелеуборочного комбайна с взаимозаменяемыми сепарирующими модулями	35
Цой Ю.А., Мильман И.Э., Баишева Р.А., Танифа В.В., Алексеев А.А. Сравнительная оценка импортных и отечественных комплексов машин для молочных ферм	39
Генин В.С., Кознов В.В., Полова М.В., Маркарова Э.Н. Влияние погрешностей первичных приборов на оценку теплового режима трансформатора	43
Ишчаков А.П., Байков Д.В., Курбаков И.И., Кувшинов А.Н. К вопросу модернизации и разработки стендов для обкатки и испытаний автотракторных двигателей	45

Выпуск 7

Черноиванов В.И., Толоконников Г.К. Новые подходы к интеллектуализации самоходной техники	2
Турапин С.С., Костоварова И.А., Шленов С.Л. Типовые схемы технических решений при проектировании и эксплуатации оросительных систем с широкозахватными дождевальными машинами	7
Лачуга Ю.Ф., Ковалев М.М., Апыхин А.П. Повышение эффективности обескостивания льняного сырья в малых машинах	10
Юхин И.А., Успенский И.А., Рябчиков Д.С., Воронкин Н.М. результаты полевых испытаний модернизированных транспортных средств	14
Фролов В.Ю., Сысоев Д.П., Туманова М.И. Классификация раздатчиков-измельчителей кормов	18
Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Павкин Д.Ю. Разработка счетчика индивидуальных надоев молока, удовлетворяющего требованиям международной организации ICAR	21
Ремизов Д. Эффективные зерноуборочные машины	24
Цой Л.М. Результаты исследований кормораздатчика с вибрационным транспортированием кормов	26
Кузнецов Ю.А., Суров Л.Д., Фомин И.Н. Дистанционный контроль автоматического повторного включения секционирующих выключателей	29
Гайдар С.М., Быкова Е.В., Карелина М.Ю. Перспективы использования лакокрасочных материалов, модифицированных фторсодержащими поверхностно-активными веществами, для защиты сельхозтехники	34
Оригинальные запчасти CLAAS – гарантия долгосрочной работы машины	40
Шабанов Г.И., Комаров В.А., Шабанова В.Г. Модель практико-ориентированного информационного обучения студентов агроинженерного направления	42
Капустина Т.А., Цекоева Ф.К. Информационные технологии планирования поливов как основа ресурсосберегающего орошаемого земледелия	45

Выпуск 8

Фаринюк Ю.Т., Глебова А.Г., Пучков Е.М. Перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения России в условиях ВТО	2
Кузмин А.М., Водяков В.Н., Ошина Т.В. Влияние минеральных удобрений на эксплуатационные и технологические характеристики термoplastических композиционных материалов на основе отходов АПК ..	6
Пашин Е.Л., Енин М.С. Разработка новой трепальной машины агрегата для получения длинного льняного волокна	12
Терпигоров А.А., Грушин А.В. Технологии и технологические модули для систем малоинтенсивного импульсного дождевания	16
Аюгин П.Н., Аюгин Н.П., Халимов Р.Ш., Сафаров Р.К., Молочников Д.Е., Голубев В.А. Исследование процесса сгорания топлива в дизельном двигателе в зимних условиях	20
Телескопические погрузчики SCORPION – незаменимые помощники в хозяйстве	24
Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С. Пути и методы оптимизации тягово-сцепных свойств энергетических средств	26
Ольгаренко Г.В., Ольгаренко Д.Г., Капустина Т.А. Ресурсосберегающие технологии и техника орошения	28
Тракторы VERSATILE – универсальные и надежные	32
Борисов В.С., Борисов В.И., Овчинников А.И. Опыт внедрения доильного робота на молочной ферме в Мордовии	34
Крючкова Л.Г., Доценко С.М., Бурмага А.В. Методологические подходы к обоснованию системы механизированного кормления свиней ..	38
Копылов С.И., Пермяков Г.А. Алгоритм обнаружения источника коммерческих потерь электроэнергии на основе данных АИИС КУЭ	42
Конкин Ю.А., Ковалева Е.В. Методологические и методические подходы к совершенствованию экономической оценки качества техники	45

Выпуск 9

Поздняков Б.А., Рожмина Н.Ю. Приоритетные направления модернизации льноводства в Российской Федерации	2
Мищенко Н.А. Экологически безопасное микроорошение многолетних насаждений	6

Галкин А.В., Фадеев Д.Г. Энергетические показатели гребневых очесывающе-транспортирующих аппаратов при различных способах очеса стеблей льна	9
Мишуров Н.П., Хлепотько М.Н. Анализ качества колесных тракторов сельскохозяйственного назначения	12
Пугачев П.М. Модульная установка для внутрихозяйственной переработки семян масличных культур	16
Доценко С.М., Вараксин С.В., Апевалов О.В. Обоснование параметров приготовления белково-минеральных кормовых продуктов в виде пасты и суспензии на основе сои	18
Голубкович А.В., Павлов С.А., Левина Н.С. Исследование кинетики СВЧ-сушки топинамбура	24
Тареева О.А. Результаты исследований адаптивного алгоритма управления доильной установкой «Карусель»	28
Андрянов Е.А., Шацкий В.П., Андриянов А.А., Яловой Д.И. Обоснование давления сосковой резины стимулирующего аппарата непрерывного доения на сосок вымени животного	32
Городничев В.И. Автоматизация на стационарных насосных станциях мелиоративно-водохозяйственного комплекса	37
Кузнецов Ю.А., Гончаренко В.В., Ферябков А.В. Моделирование изнашивания МДО-покрытий	40
Королькова А.П., Сураева Е.А. Региональный опыт государственной поддержки начинающих фермеров	45

Выпуск 10

Файзрахманов Д.И., Яхин С.М. Институту механизации и технического сервиса – 65 лет!	2
Нуруллин Э.Г. Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян	5
Мудров А.Г., Шамсутдинов Ф.А. Многофункциональное устройство для фермерских и мелкотоварных хозяйств	8
Фокин А.И., Цой Ю.А., Зиганшин Б.Г., Гаязиев И.Н. Комбинированная установка для охлаждения молока с использованием искусственного и естественного холода	11
Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Оценка условий функционирования тракторов в аграрном производстве	13
Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Панова Е.В., Поликутина Е.С. Повышение эффективности использования колесных тракторов класса 1,4 в АПК ..	16
Хафизов К.А., Халиуллин Ф.Х. Пути повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов	20
В Краснодаре состоялся запуск второй очереди завода CLAAS	23
Марданов Р.Х. Фронтальные плуги для гладкой вспашки	24
Валиев А.Р., Яруллин Ф.Ф. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой	27
Муртазин Г.Р., Зиганшин Б.Г., Яхин С.М. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин	32
Калимуллин М.Н., Абдрахманов Р.К. Исследование влияния колебаний рабочих элементов на качество работы ботвоизмельчителя	35
Лотфуллин Р.Ш., Ибятлов Р.И., Дмитриев А.В. К определению силы удара зерна о деку пневмомеханического шелушителя	38
Комаров В.А., Наумкин Н.И., Нуязин Е.А. Междисциплинарные проекты в агроинженерном образовании	41
Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х. Теория и практика определения остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов	44

Выпуск 11

Сыроватка В.И. Прогрессивные технологии производства комбикормов ..	2
Чаплыгин М.Е., Свиридова С.А. Исследование рациональных вариантов агрегатирования универсально-пропашных тракторов с сельскохозяйственными машинами	7
Бурьянов А.И., Бурьянов М.А., Костыленко О.А. Результаты исследований по определению влияния продолжительности проведения уборки на величину биологических потерь зерна	11
Скорляков В.И. Совершенствование оценок зерноуборочных комбайнов с измельчителями соломы	15
Черников В.Г., Романенко В.Ю., Перов Г.А. Условие подъема лент льнотресты пальцами подбирающего барабана в экстремальных условиях ..	19
CLAAS в очередной раз удивил своим размахом на выставке Agritechnica 2015	22
Романов В.А. Прочес слоя льнотресты рулонной уборки в поточных линиях перерабатывающих предприятий	24
Турапин С.С., Костоварова И.А., Шленов С.Л. Разработка и испытания отечественной дождевальной техники	27
Рязанцев А.И., Антипов А.О. Совершенствование тормозной системы дождевальной машины «Фрегат»	32
Зеников В.И. Транспортёр равномерной выдачи волокнистых материалов ..	35
Титов Н.В. Повышение износостойкости рабочих поверхностей стрелчатых лап почвообрабатывающих машин карбовибродуговым упрочнением	38
Дробин Г.В., Свиридова С.А. Перспективные пути переоснащения АПК отечественной техникой	42
Буяник Н.Ф., Ненюкова Е.В., Ерошкина Н.В. Роль материально-технического обеспечения в развитии аграрного сектора экономики ..	46

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



МУС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2016



26-28 ЯНВАРЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 75, 69

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



СОЮЗ
ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА



СОЮЗРОССАХАР

ГКО "РОСРИБХОЗ"

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА: КОМБИКОРМА

Ценовик

Milling
and Grain

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ
РВЖ
PRODUCTIVE ANIMALS

ЖИВОТНОВОДСТВО
РОССИИ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
СВИНОВОДСТВО

ТЕХНОЛОГИЯ
ЖИВОТНОВОДСТВА

МОЛОЧНОЕ И МЯСНОЕ
СКОТОВОДСТВО

СОВРЕМЕННЫЙ
ФЕРМЕР
ЖУРНАЛ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

АПК ЮГ
ЖУРНАЛ ДЛЯ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Perfect
Agro Technologies

ИЗДАТЕЛЬСТВО
АГРАРИЙ

сфера
ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ

АГРАРНЫЕ ИЗВЕСТИЯ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ О РЕГУЛИРУЕМОМ АПК

НСХ
ЖУРНАЛ АГРАРИИ

Техника
и оборудование
для села

ВЕТЕРИНАРНЫЙ
ВРАЧ

ВЕТЕРИНАРИЯ

Vetkorm

БЕЛОРУССКОЕ
СЕЛЬСКОЕ
ХОЗЯЙСТВО

АГРОМИР
Черноземья

АПК
ЭКСПЕРТ

АГРОМАКС

VetPharma

FARM ANIMALS
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ДРУГ

АГРАРНОЕ
ОБОЗРЕНИЕ

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:

ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"

Член Всемирной Ассоциации Выставочной Индустрии (UFI)

Член Российского Зернового Союза

Член Союза Комбикормщиков



Россия, 129223, Москва, ВДНХ
Павильон "Хлебопродукты" (№40)
Телефон: (495) 755-50-35, 755-50-38
Факс: (495) 755-67-69, 974-00-61
E-mail: info@expokhlebs.com
Интернет: www.breadbusiness.ru



AGROSALON

МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ



РЕКЛАМА

ISSN 2072-9642 Техника и оборудование для села. 2015. 12. 1-48. Индекс 72493

04-07.10.2016

МВЦ «КРОКУС ЭКСПО»

МОСКВА, РОССИЯ

WWW.AGROSALON.RU

• ВЕДУЩИЕ
ПРОИЗВОДИТЕЛИ
СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ

• КАЧЕСТВЕННАЯ
ЦЕЛЕВАЯ
АУДИТОРИЯ

• ОПТИМАЛЬНЫЙ
ГРАФИК ВЫСТАВКИ
РАЗ В ДВА ГОДА